ANNALES
DE
L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

PREMIERS ESSAIS, EN LABORATOIRE, DE FORMULES INSECTICIDES CONTRE LE XYLEBORE DISPARATE : *XYLEBORUS DISPAR* F. (COL. *SCOLYTIDAE*)

PAR

D. SCHVESTER

Laboratoire du Pou de San-José, Saint-Genis-Laval

PLAN DU MÉMOIRE

I. Matériel et méthodes.

II. Résultats obtenus.

III. Résumé et conclusions.

La destruction des Scolytides à l'aide des méthodes habituelles de poudrage ou de pulvérisation est en général délicate, car les galeries dans lesquelles ces insectes passent la majeure partie de leur cycle évolutif, leur confèrent un abri naturel à l'intérieur duquel les poudres ou les bouillies ne peuvent les atteindre.

On ne pourra donc, dans la lutte contre les Scolytides, appliquer les insecticides que d'une seule manière : Les traitements préventifs, aux insecticides de contact de préférence, capables de détruire les femelles pondeuses avant leur pénétration dans les bois, c'est-à-dire avant le commencement des dépréda-tions (1).

Nous avons donc voulu déterminer la valeur relative des diverses formules susceptibles d'être ainsi utilisées dans la lutte contre *Xyleborus dispar*, Scolytide nuisible à de nombreuses espèces forestières et fruitières, au Pommier en particulier. Dans ce but, nous avons procédé au laboratoire à un certain nombre de tests, cherchant surtout à définir la formule à efficacité la plus durable, facteur important , étant donné un échelonnement particulièrement long des sorties printanières des insectes.

(1) Cf. : VASSEUR (R.) et SCHVESTER (D.). — Le Xylebore disparate (*Xyleborus dispar* F.) dans la région lyonnaise. *Ann. épiph.*, t. XIV, S., p. 88, 1948.

I. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Des essais préliminaires, effectués en 1948 sur un nombre restreint d'insectes, nous ont tout d'abord conduit à porter notre intérêt principalement sur les produits à base d'hexachlorocyclohexane (H. C. H) ou de dichlorodiphényltrichloréthane (D. D. T.). Ces premiers essais nous donnaient une mortalité bien plus rapide avec le H. C. H. qu'avec les autres produits utilisés, tels que le D. D. T. et le S. N. P. (Thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle) ; mais, comme ils avaient été effectués en boîtes closes, il est probable que ce phénomène était dû à une assez forte action gazeuse du H. C. H.

Nos essais, repris en 1949, ont porté cette fois sur quatre formules différentes :

A. — H. C. H. à 2 °/oo de matière active + mouillant aux alcools terpéniques à 3 °/oo.

B. — H. C. H. à 2 °/oo de matière active + émulsion d'huiles de pétrole d'été à 1 %.

C. — D. D. T. à 2 °/oo de matière active + mouillant aux alcools terpéniques à 3 °/oo.

D. — D. D. T. à 2 °/oo de matière active + émulsion d'huiles de pétrole d'été à 1 %.

Les insecticides employés étaient des produits commerciaux renfermant tous deux 50 % de matière active ; mouillant et huiles de pétrole étaient également des produits du commerce.

Nous avons procédé de la manière suivante : Des rondelles de papier, de 10 cm environ de diamètre, piquées sur une planchette disposée verticalement, étaient soumises à une pulvérisation, à raison d'une série de quatre rondelles pour chacune des formules données ci-dessus. Cette pulvérisation fut faite à l'aide d'un petit appareil floral à pression préalable, jusqu'à ruissellement du liquide sur la surface traitée. Nous avons par ailleurs utilisé du papier collé de très bonne qualité, afin d'éviter, dans toute la mesure du possible, la rétention de liquide par ce papier.

Après séchage, ces rondelles, dûment marquées de signes distinctifs, furent disposées au fond de boîtes de Petri, lesquelles furent laissées ouvertes.

Le lendemain de la pulvérisation, 50 femelles de *Xyleborus dispar* extraites de leurs galeries, furent placées dans une première série de quatre boîtes, une pour chacune des formules utilisées, complétée par une boîte témoin, sans traitement. Les insectes furent laissés dans ces boîtes durant trois heures, au bout desquelles ils furent transportés dans d'autres boîtes contenant des rondelles de papier identiques, mais non traitées.

La même opération fut répétée 8, 15 et 22 jours après le traitement, avec

les boîtes restantes (1). La pulvérisation ayant été faite le 10 août, les insectes furent donc mis en contact avec les toxiques les 11, 18 et 25 août, et le 1er septembre. Durant ce laps de temps, toutes les boîtes contenant les rondelles traitées, avaient été laissées ouvertes, à la température du laboratoire, soit à 25° de moyenne environ.

Dans les jours qui suivirent la mise en contact des insectes avec le toxique, le nombre des morts fut relevé à intervalles réguliers à raison d'une fois toutes les vingt-quatre heures. Etaient comptés pour morts les insectes ne présentant plus aucun mouvement de pattes ni d'antennes, et ne réagissant plus à des excitations répétées.

Il convient tout de suite de remarquer que, à la saison où furent faits ces tests, l'état physiologique de l'insecte est très probablement bien différent de ce qu'il est au printemps, au moment de la sortie dans les conditions naturelles ; nous avons remarqué que, en été, les Xylébores (qui présentent alors un phototactisme négatif) meurent beaucoup plus rapidement à la lumière qu'à l'obscurité ; c'est pourquoi, afin d'éliminer dans toute la mesure du possible cette cause de mortalité, nous avons maintenu les insectes dans une étuve obscure, aussi bien pendant leur contact avec les insecticides que par la suite, la température de cette étuve ayant par ailleurs été maintenue constamment à 21-22°C pendant toute la durée des expériences.

Le temps de contact, arbitrairement choisi, de trois heures, est considéré par nous comme une durée maxima pendant laquelle la femelle-mère circule sur le tronc d'un arbre, avant de commencer son forage.

II. RÉSULTATS OBTENUS ET LEUR INTERPRÉTATION

Les pourcentages de mortalité obtenus sont consignés dans les tableaux suivants ; pour chaque jour, le pourcentage dans chacune des formules et dans le témoin, est exprimé de manière cumulative.

Nous avons également tracé les courbes correspondant à ces expériences, groupant ensemble les quatre courbes relatives à une même formule.

De l'examen de ces courbes et de ces tableaux, nous pouvons tirer les observations suivantes :

1°) Dans les jours qui suivent immédiatement la pulvérisation, il n'apparaît pratiquement pas de différences dans les efficacités des quatre formules employées. Les quatre courbes représentatives correspondant à cette première série, sont presque superposables entre elles et la mortalité de cent pour cent est atteinte en même temps, à vingt-quatre heures près. On peut noter toutefois, une plus grande rapidité d'action de la formule C (D.D.T. + mouillant) dans les conditions de l'expérience, sans qu'il soit possible de préciser s'il s'agit d'un phénomène occasionnel ou non.

(1) La quatrième opération, par suite du manque de matériel, n'a pu porter que sur un total de 200 insectes, soit 40 pour chaque formule à tester et 40 pour le témoin.

TABLEAU I

Insectes mis en contact avec les insecticides le lendemain de la pulvérisation. Temps de contact : 3 heures

Formule	Pourcentages de mortalité au bout de : 1 jour	2 jours	3 jours	4 jours	5 jours	6 jours	7 jours	8 jours	9 jours
H. C. H. + Mouillant	0	6	14	18	38	72	82	100	
H. C. H. + H. P.	2	2	8	16	30	60	88	100	
D. D. T. + Mouillant	2	2	10	46	68	92	98	100	
D. D. T. + H. P.	4	4	6	30	44	62	76	94	100
Témoin	6	6	10	14	14	20	24	28	32

2°) Dans l'expérience II, huit jours après la pulvérisation, on note déjà une diminution très nette de l'efficacité de la formule B (H. C. H. + Huiles de pétrole), la mortalité totale n'étant pas encore atteinte dans les douze jours qui suivent la mise en contact des insectes avec cette formule. Les formules A, C et D conservent leur efficacité, et les courbes qui leur correspondent, sont encore sensiblement superposables entre elles, avec toutefois là aussi cette rapidité plus grande dans l'action de la formule C.

TABLEAU II

Insectes mis en contact avec les insecticides huit jours après la pulvérisation. Temps de contact : 3 heures.

Formule	Pourcentages de mortalité au bout de : 1 j	2 j	3 j	4 j	5 j	6 j	7 j	8 j	9 j	10 j	11 j	12 j
H. C. H. + Mouillant	2	14	36	42	62	74	96	98	100			
H. C. H. + H. P.	2	8	14	18	36	48	60	68	74	78	80	88
D. D. T. + Mouillant	4	16	32	56	82	100						
D. D. T. + H. P.	2	14	32	54	62	84	96	96	100			
Témoin	2	10	14	18	22	26	30	30	36	36	38	38

Tableau III

Insectes mis en contact avec les insecticides quinze jours après la pulvérisation. Temps de contact : 3 heures.

	Pourcentages de mortalité au bout de :											
Formule	1 j	2 j	3 j	4 j	5 j	6 j	7 j	8 j	9 j	10 j	11 j	12 j
H. C. H. + Mouillant	2	2	4	12	38	42	50	60	64	70	72	78
H. C. H. + H. P.	4	8	12	20	32	48	50	56	56	62	70	78
D. D. T. + Mouillant	4	16	32	44	70	74	80	88	90	96	98	100
D. D. T. + H. P.	0	18	36	58	78	82	90	94	94	94	96	100
Témoin	4	8	8	12	16	16	20	22	24	28	28	34

Tableau IV

Insectes mis en contact avec les insecticides vingt-deux jours après la pulvérisation. Temps de contact : 3 heures.

	Pourcentages de mortalité au bout de :											
Formule	1 j	2 j	3 j	4 j	5 j	6 j	7 j	8 j	9 j	10 j	11 j	12 j
H. C. H. + Mouillant	2,5	15	20	32,5	37,5	45	50	55	62,5	70	75,5	80
H. C. H. + H. P.	0	2,5	5	7,5	17,5	27,5	35	37,5	45	50,5	50,5	55
D. D. T. + Mouillant	5	7,5	15	27,5	42,5	57,5	75	80	97,5	100		
D. D. T. + H. P.	2,5	12,5	20	35	50	62,5	80	95	97,5	100		
Témoin	0	2,5	2,5	7,5	10	15	22,5	27,5	35	42,5	42,5	45

3°) Après quinze jours d'évaporation, les formules à l'H. C. H. accusent une baisse très sensible d'efficacité ; la formule B en particulier présente encore une baisse par rapport à l'expérience précédente. La mortalité totale n'est pas atteinte dans les douze jours, tandis qu'elle l'est encore avec les formules C et D au D. D. T, dont l'action est d'ailleurs un peu plus lente qu'au début.

4°) Trois semaines après le traitement, la formule B a pratiquement perdu toute efficacité, tandis que la formule A conserve, semble-t-il un certain pouvoir, d'ailleurs peu important. Les formules au D. D. T. restent encore efficaces.

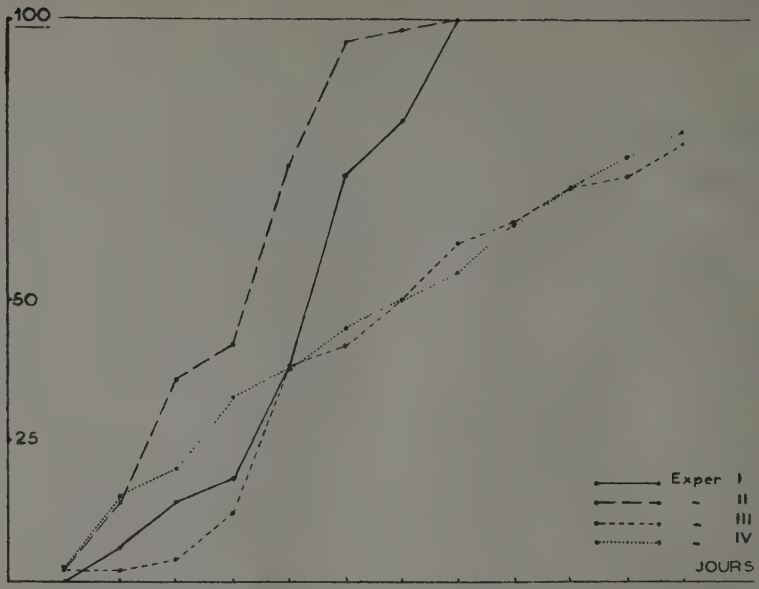


FIG. 1. — Courbes représentatives des pourcentages de mortalité obtenus avec la formule A : H. C. H. = Mouillant.

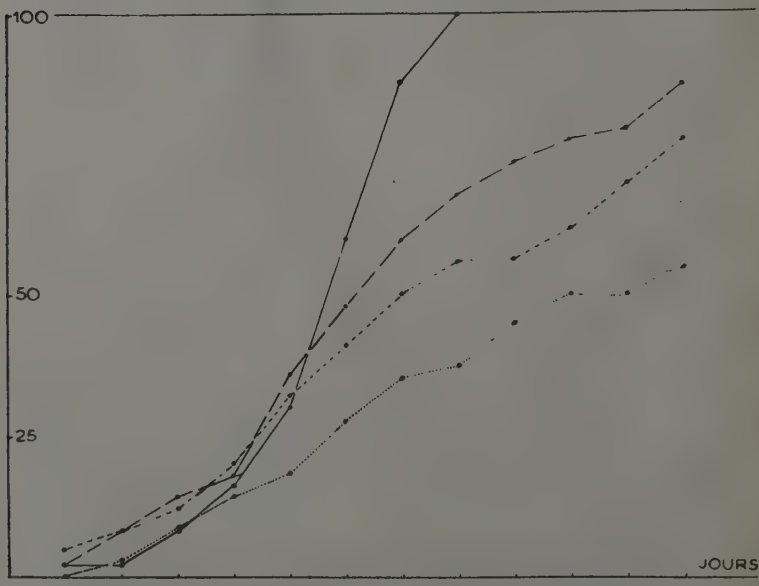


FIG. 2. — Courbes représentatives des pourcentages de mortalité obtenus avec la formule B : H. C. H. + Huiles de pétrole (même légende que pour la fig. 1).

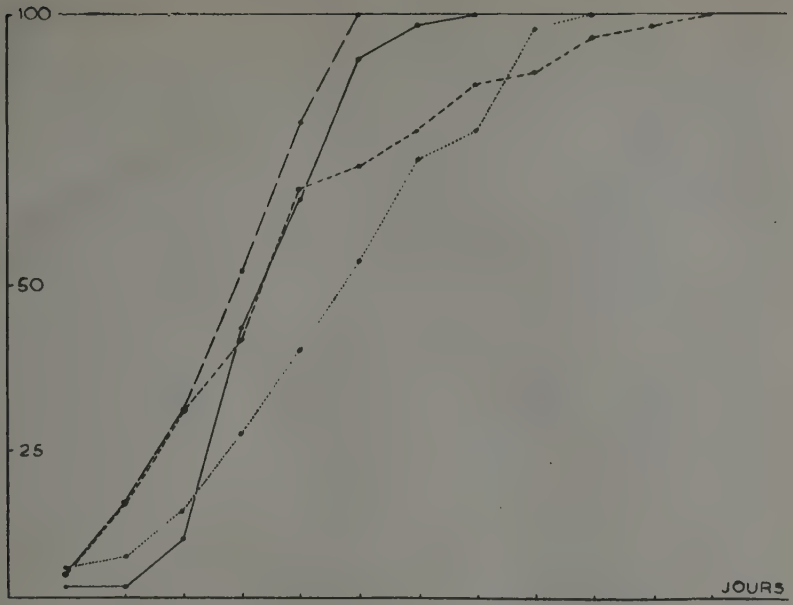


FIG. 3. — Courbes représentatives des pourcentages de mortalité obtenus avec la formule C : D. D. D. + Mouillant (même légende que pour la fig. 1).

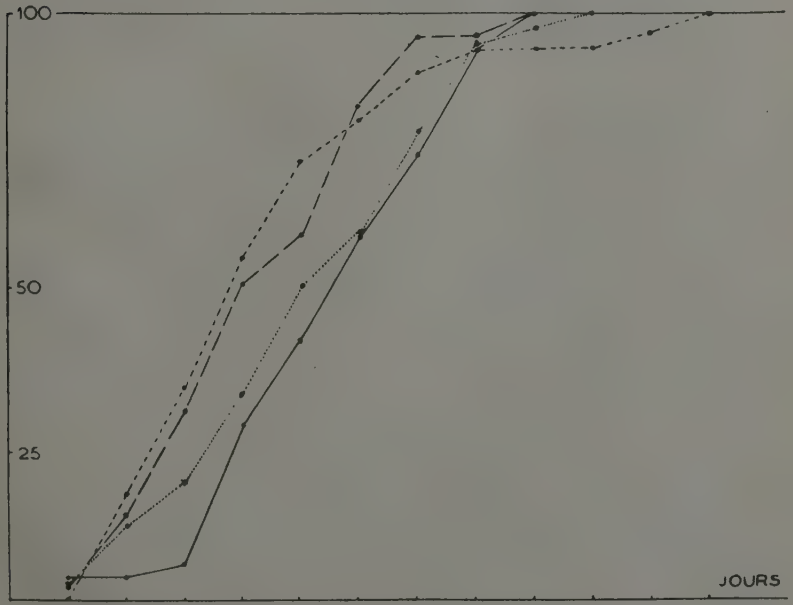


FIG. 4. — Courbes représentatives des pourcentages de mortalité obtenus avec la formule D : D. D. T. + Huiles de pétrole (même légende que pour la fig. 1).

A côté de la mortalité proprement dite des insectes, leur comportement peut nous donner un certain nombre de renseignements sur l'efficacité des insecticides employés.

C'est ainsi que les insectes intoxiqués, avant même de mourir, présentent un certain nombre de symptômes de troubles nerveux ; ils sont en particulier incapables d'effectuer des mouvements coordonnés, incapables donc de se déplacer normalement, et retombent constamment sur le dos (1).

Or, ces troubles de la motricité apparaissent , dans le cas présent au plus tard dans les 24 heures pour les deux formules au H. C. H. dans l'expérience I. Par contre, dans l'expérience II, quatre jours après la mise en contact, une dizaine des insectes traités par la formule B peuvent encore se déplacer normalement. On constate le même phénomène à la date correspondante, dans l'expérience III, mais pour les deux formules A et B cette fois. Dans l'expérience IV enfin, sept jours après la mise en contact, la presque totalité des insectes traités à la formule B, encore vivants à cette date, sont susceptibles de se déplacer normalement, de même qu'une dizaine de ceux qui ont été traités à la formule A.

Avec les formulès au D. D. T, ces troubles apparaissent plus tardivement dans l'expérience I (48 heures sont nécessaires), mais 24 heures suffisent pour les expériences suivantes. Les troubles sont cependant constants, et, aux dates précitées, nous n'avons pas relevé d'insectes traités par les formules C ou D, qui soient capables de circuler normalement.

Ces observations permettent, elles aussi, de conclure à une baisse d'efficacité très nette des bouillies à l'H. C. H., par rapport aux bouillies au D. D. T., dans les délais de l'expérience.

Toutefois, ces essais ayant été réalisés dans des conditions très éloignées des conditions naturelles, ainsi que le prouve l'assez forte mortalité du témoin, il serait délicat d'en tirer des conclusions immédiatement applicables à la pratique. Ces données peuvent cependant être d'une certaine utilité dans la mise au point des méthodes de lutte chimique contre les Scolytides.

Il est en particulier permis de conclure, non seulement à l'efficacité du D. D. T., mais aussi à sa supériorité notable par rapport à l'H. C. H. quant à la persistance d'action. Il convient également de noter la remarquable constance des résultats obtenus avec la formule IV, D. D. T. et huiles de pétrole. Pour illustrer ce phénomène, nous donnons, à titre d'exemple, les coefficients d'efficacité calculés d'après la formule d'Abbott, pour le huitième jour après la mise en contact des insectes avec le toxique (Tableau V) et pour le douzième jour, c'est-à-dire, le dernier jour de comptage (Tableau VI).

Il apparaît donc que le D. D. T., surtout lorsqu'il est additionné d'huiles, soit le produit de choix à appliquer en traitement préventif contre le Xylébore. De toutes façons, la formule B (H. C. H. + huile de pétrole) est à écarter.

(1) Voulant nous borner à de simples observations sur le comportement général des insectes intoxiqués, nous n'avons pas jugé utile d'approfondir ici les différences dans le mode d'action du D. D. T. et du H. C. H.

TABLEAU V

Efficacité au huitième jour après la mise en contact (calculée d'après ABBOTT).

	Formule A	Formule B	Formule C	Formule D
Expér. I	100	100	100	94,4
Expér. II	97,1	54,2	100	94,2
Expér. III	48,7	43,5	84,6	92,3
Expér. IV	37,9	13,7	86,2	93,1

TABLEAU VI

Efficacité au douzième jour après la mise en contact (calculée d'après ABBOTT).

	Formule A	Formule B	Formule C	Formule D
Expér. I	100	100	100	100
Expér. II	100	80,6	100	100
Expér. III	66,6	66,6	100	100
Expér. IV	63,6	18,1	100	100

III. RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Des tests entrepris en laboratoire, en vue de déterminer la valeur relative de différentes formules susceptibles d'être utilisées en traitements préventifs contre *Xyleborus dispar*, ont montré, malgré des conditions très éloignées du genre de vie normal de l'insecte :

1°) Que le H. C. H. et le D. D. T. ont, sur le Xylébore, une efficacité immédiate sensiblement équivalente ;

2°) Que, par contre, l'efficacité du D. D. T. s'est avérée plus durable que celle du H. C. H. ;

3°) Que l'adjonction d'huiles de pétrole émulsionnées, paraît accroître la constance et la durabilité d'action du D. D. T., tandis que ces mêmes huiles, ajoutées à l'H. C. H., ont provoqué une nette diminution de sa persistance d'action.

Reçu le 24 août 1950.

RECHERCHES SUR L'HELMINTHOSPORIOSE DE L'OEILLETTE ET SON TRAITEMENT

PAR

CH. ZAMBETTAKIS

Attaché de Recherches au Centre National de la Recherche Scientifique (1).

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction : Importance économique de l'Œillette, variétés cultivées.

1re PARTIE

Etude biologique de l'Helminthosporiose de l'Œillette.

Etude de la maladie.

Aspect de la maladie.
Apparition et historique.
Répartition géographique.
Description des altérations.

Etude du parasite.

Le parasite.
Noms synonymes de la forme parfaite.
Noms synonymes de la forme imparfaite.
Etude morphologique du champignon.
Etude physiologique et phylogénie du champignon.
Evolution, libération et germination des ascospores.

Rapport entre le parasite et l'hôte.

Modification cytologique de la plante hôte.
Dissémination du parasite.
Infections artificielles.

(1) Travail effectué à la Station Centrale de Pathologie végétale (Institut National de la Recherche Agronomique).

Avant d'exposer les résultats de nos recherches, nous tenons tout d'abord à exprimer notre plus vive gratitude à M. P. Limasset, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale, qui a bien voulu nous accueillir dans son laboratoire et mettre à notre disposition le matériel nécessaire à nos recherches. Nous ne saurions trop l'en remercier.

Nous tenons également à exprimer toute notre gratitude à M. H. Darpoux, Maître de Recherches à la Station Centrale de Pathologie végétale pour l'intérêt qu'il a témoigné à nos travaux. Les conseils qu'il nous a donnés ont eu une grande influence sur notre orientation.

2e PARTIE

Lutte contre l'*Helminthosporium Papaveri.*

Lutte biologique.

Variétés résistantes.
Précautions culturales.
Facteurs climatiques.
Antibiotiques.

Essais de produits chimiques.

Produits essayés.
Méthodes d'essais.
1er stade d'essais au laboratoire (interaction parasite-fongicide).
2e stade d'essais au laboratoire (interaction parasite-fongicide-hôte).
3e essais en serre.
4e essais aux champs.
Discussion des résultats.
Conclusions.

Résumé :

INTRODUCTION

Sous le nom d'Œillette, on désigne quelques variétés de Pavot somnifère cultivées pour leurs graines comme plantes oléagineuses.

De Candolle croit que l'Œillette a pu venir d'Asie Mineure où elle était déjà connue il y a au moins trois mille ans.

Théophraste et Dioscoride font état d'un type à graines blanches pour la production de l'Opium.

L'Œillette paraît, de toutes les plantes oléagineuses de printemps, celle qui est susceptible de fournir en Allemagne les rendements en huile à l'hectare les plus régulièrement élevés (1).

En France, cette culture prit naissance vers la fin du XVIIIe siècle et atteignit son plein essor après 1820, année pendant laquelle les Oliviers furent complètement détruits en de nombreux points de la région méditerranéenne (2).

La culture de l'Œillette occupait en 1882, d'après L. Malpeaux, une surface de 25 000 hectares, mais elle a été peu à peu abandonnée par suite de l'importance croissante de la Betterave industrielle et surtout l'emploi dans la consommation de l'huile d'Olive et des huiles d'arachides exotiques. La culture de l'Œillette renaît chaque fois que l'introduction sur le marché français des produits oléagineux coloniaux se ralentit par suite de guerre, blocus, etc.

On cultive deux variétés d'Œillette pour l'huile : 1° le Pavot Œillette ordinaire ou Pavot à capsules déhiscentes *Papaver somniferum L. v. nigrum*

(1) Sessous (G.) et Schell (H.). — Besonderheiten und Ausdehnungsmöglichkeiten des Mohnanbaues. *Pflanzenbau*, XVI, 209-232.

(2) Le même fait se produisait après les hivers rudes de 1855 et 1879, et permit la propagation de l'Œillette surtout dans le Nord de la France.

(Gars.) Thell. (= *Papaver sylvestre* Godr.), variété la plus répandue en France ; 2° le Pavot aveugle ou Œillette mécanique *Papaver hortense* (Gars.) Thell. (= *Papaver hortense* Hussenot),variété plus répandue en Allemagne et en Hollande (1). On doit ajouter aussi la variété *Papaver somniferum v. album* parfois cultivée comme Œillette.

Citons encore une variété importante, le Pavot blanc officinal *Papaver officinale* (Gmel.) Chev. (= *P. indehiscens* Dumant) à fleurs et à graines blanches, à capsules indéhiscentes, très volumineuses (deux ou trois fois plus grosses que celles des deux races précédentes) et globuleuses (2).

Pour la composition des graines d'Œillette, chose qui présente un intérêt pour nos recherches, nous nous référons aux travaux de H. Pagnoul qui a suivi la migration des différents éléments constitutifs de l'Œillette, et qui a déterminé les transformations que subit la graine pendant sa maturation (3).

On extrait de la graine d'Œillette 40-45 % d'huile par pression à froid ou à chaud et par solvant. Dans le premier cas, elle est directement comestible ; à chaud, elle a une odeur caractéristique qui disparaît par entraînement à la vapeur d'eau ; au solvant elle convient, pour les usages industriels (savons marbrés, peinture). La teneur en huile des graines varie dans d'assez larges limites de 43 à 53 p. 100. La teneur en protéine est moins variable.

En 1936 les tourteaux provenant des graines importées (résidus de la fabrication de l'huile) formaient la masse considérable de 740 000 t, ils contiennent : 36,2 % matières azotées, 26,6 % hydrates de carbone, 6,6 % matières grasses, 12,3 % cellulose et 6,8 % matières minérales. Ces tourteaux sont employés dans l'alimentation du bétail.

La teneur en morphine est plus élevée chez les formes à graines gris-bleu ou foncées et surtout gris-argent que chez les formes à graines blanches ou ivoire, bien que celles-ci produisent davantage d'opium (4).

Depuis longtemps les maladies de l'Œillette n'avaient pas fait l'objet d'études publiées en France. C'est en 1945 que M. Darpoux a observé l'apparition sur les plantes (tiges, feuilles, capsules) des taches dues à l'*Helminthosporium Papaveri* et qui a causé la destruction complète de certains champs.

Nous avons repris l'étude de cette maladie pour préciser le mode d'infection au champ, la conservation du parasite en hiver et les conditions clima-

(1) La première de ces variétés se caractérise par ses grandes fleurs à pétales violacées ou rouges avec une tache noire à la base, à capsules de grosseur moyenne, laissant échapper, lorsqu'elles sont mûres, des graines de couleur grise. Plante souvent rameuse à feuilles glabres et glauques. La seconde existe sous diverses formes : à pétales diversement colorées mais surtout bleues, à graines d'un brun bleuâtre. Ses capsules indéhiscentes permettent une récolte à la moissonneuse-lieuse et un battage à la machine : leur diamètre ne dépasse pas deux cm.

(2) Elle est ordinairement cultivée pour ces capsules qui ont un intérêt pharmaceutique. Les orientaux pratiquent des incisions répétées sur les capsules, après la chute des pétales, pour obtenir le latex à partir duquel ils préparent l'opium.

(3) C'est aussi le même auteur qui a déterminé les besoins de l'œillette en éléments nutritifs. C'est enfin Boussingault qui donne la composition suivante des graines d'œillette : huile, 41 %, matières organiques azotées 17,5 %, matières organiques non azotées 13,7 %, ligneuses 6,7 %, phosphatées et sels 7,0%, eau 14,1 %.

(4) E. F. Heeger, K. H. Bauer : Untersuchungen über den Morphingehalt der zum Handel zugelassenen und einiger anderen Mohnsorten und die Möglichkeit der Opiumgewinnung im Deutschen Reich. *Land.* Jahrbücher XL, 3, 397-429, 1940.

tiques favorisant l'extension des symptômes. Les moyens de lutte ont été étudiés dans une seconde partie (1).

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE BIOLOGIQUE DE L'HELMINTHOSPORIOSE DE L'ŒILLETTE

ÉTUDE DE LA MALADIE

Aspect de la maladie. — L'Helminthosporiose de l'Œillette est une maladie caractérisée par la présence de taches d'une couleur plus ou moins brune qui peuvent se former sur toutes les parties de la plante : niveau du collet, tige, feuilles, capsules. Dans les stades plus avancés de la maladie, ces taches gagnent la surface totale de la tige, ou s'étalent sur la plus grande partie de la capsule. L'*Helminthosporium Papaveri Saw.* est le parasite responsable de cette maladie.

Apparition et historique. — 1° Van Poeteren (68) a cité en 1927 ce parasite comme produisant des taches brunes sur la tige et les feuilles de l'Œillette en Pologne, ce qui a causé la baisse de la production.

Le même auteur (69) en 1932 reprend la question et signale la sévérité de l'attaque dans des plantations d'Œillette où seulement 15 % des plantes furent indemnes.

2° Girzitska Z. K. (21), Léningrad 1928, donne les dimensions des conidies. Avec ces dernières, il inocule expérimentalement des feuilles saines ; des taches se manifestent et produisent le dessèchement des feuilles infectées.

3° Christoff A. (9), Sofia 1930, dans un mémoire détaillé indique que si les conditions sont favorables au développement de la maladie, celle-ci peut détruire des champs entiers.

(1) Il y a aussi un certain nombre de champignons qui poussent plus ou moins comme saprophytes sur les tiges, feuilles, capsules et même les racines de l'œillette. Citons comme exemple : *Macrosporium bresadolæ, Trichothecium roseum, Sclerotinia sp., Rhizopus sp., Penicillium sp., Mucor mucedo, Fusarium sp.. et Hormodendrum cladosporioides* dont la forme parfaite est *Mycosphærella Tulasnei.*

Parmi les champignons parasites de l'œillette nous pouvons d'ailleurs signaler comme pathogènes : *Fusarium scirpi var. caudatum* et *Ophiobolus sativus.* Ce dernier détermine sur les feuilles de l'œillette la formation de petites taches rondes ou même polygoniques, sèches, d'abord grises, et qui deviennent d'un brun foncé.

Beaucoup plus grave est l'attaque de l'œillette par l'*Alternaria Brassicæ var. somniferum,* champignon qui pousse sur toutes les parties aériennes de la plante. Des taches brunes foncées apparaissent par temps humide et la plante n'arrive pas à donner une bonne récolte de graines. L'attaque du parasite est d'autant plus grave qu'elle se produit près de la floraison. C'est un parasite dont la biologie est analogue à celle de l'*Helminthosporium papaveri* et dont la pathogénie est semblable à celle que ce dernier provoque. Les mesures préventives et les moyens de lutte efficaces contre l'*Alternaria* seront identiques à celles que nous allons exposer dans la seconde partie de cette étude.

Le *Peronospora arborescens* enfin attaque la tige qui se déforme et se recourbe. Les feuilles deviennent turgescentes et les fleurs avortent. Lorsqu'il apparaît tardivement, il détermine la dessiccation prématurée des tiges et entrave dans ce cas la formation des graines.

Pour éviter la propagation du parasite, il ne faut pas employer de fumier renfermant des débris de la plante en décomposition et il convient de détruire tous les restes de la végétation précédente. Mais de tous les parasites de l'œillette, le plus grave est l'*Helminthosporium Papaveri Saw.*

4° Barbacka Krystyna (5), note que la maladie est moins grave en Pologne qu'en Bulgarie.

5° Ekstrand H. (16), signale pour la première fois en Suède, en 1939, que l'*Helminthosporium Papaveri Saw* cause des dégâts importants.

6° Reinmuth E. (61, 62), montre (1942) que la maladie, venant de Bulgarie, provoque aussi une pourriture des racines.

7° Zogg H. (75), trouve (1945) que le parasite se conserve et se propage surtout par ses spores qui restent sur les graines.

8° Darpoux H. (10), signale (1945) l'apparition du champignon pour la première fois en France.

Répartition géographique. — On peut facilement constater que le parasite se trouve partout en Europe, surtout là où ses hôtes sont cultivés en grande culture, et où ils poussent spontanément dans les champs. En effet, ce champignon est commun en Allemagne, Hollande, Pologne, Suède, Danemark, France, Bulgarie, Russie, ainsi que dans toute la région méditerranéenne. Il est présent aussi en Asie jusqu'au Japon et en Afrique.

Les espèces de *Papaver* qui peuvent servir d'hôte au parasite sont : *Papaver setigetum* (D. C.) Roug et Fouc, type sauvage répandu jusqu'aux Indes, spontané aussi dans les champs ou sur les rochers d'Afrique du Nord, aux Canaries et à Madère ; *Papaver nigrum* (= *Papaver sylvestre*) ; *Papaver hortense* ; *Papaver officinale* ; *Papaver Rhœas* ; *Papaver Argemone L.* ; *Papaver nudicaule*, d'après Neegaard (56), et *Papaver paeonifolium* ainsi que *Papaver nursellei* d'après Ohlsens Enkes.

Le parasite attaque aussi des plantes appartenant à d'autres genres, comme *Chenopodium*, *Atriplex*, *Salsola*, *Bardana* (*Lappa major*).

Description des altérations. — Les observations et les infections expérimentales montrent que le parasite peut attaquer les organes aériens et souterrains à tous les stades du développement de la plante ; mais les symptômes de la maladie diffèrent selon la période de l'attaque. Nous pouvons donc grouper les symptômes, ou plutôt distinguer la maladie sous plusieurs formes.

1° L'attaque peut se manifester au moment de la germination de la graine infectée, cas où la plantule est détruite aussitôt par les hyphes myceliennes (fig. 11).

2° Sur les jeunes plantules, la maladie occasionne leur flétrissement et la mort. Le pourcentage de cette « fonte des semis » dépend du nombre de graines infectées dans la semence et peut atteindre 60 ou 80 %. Un peu plus tard, l'attaque se localise au niveau du collet où on observe une zone noire de tissus nécrosés. D'après Arnaud, les conidies observées sur collet sont plus petites que celles des taches des capsules.

3° Plus tard, le parasite attaque la tige et les feuilles. L'infection commence à la base de la tige, s'étend jusqu'aux racines, qui pourrissent. Des lésions noires, nécrotiques, développées le long de la tige et surtout au point

d'attache des feuilles, entraînent le dessèchement des parties attaquées. C'est la forme la plus grave de la maladie car ce dessèchement des tiges, des feuilles, et surtout la pourriture des racines entraînent souvent la destruction des plantations.

Des coupes longitudinales et transversales sur les tiges des plantes malades ont révélé la présence de surfaces nécrotiques près des anneaux vasculaires.

Sur la feuille le parasite provoque des taches brunes et détruit le limbe ; dans des conditions favorables, la surface totale de la feuille est envahie. Ces taches s'étendent vers la tige qui peut être ainsi attaquée.

Souvent les fleurs sont aussi envahies.

4° Sur la capsule, les symptômes de la maladie sont très graves. Les taches d'un brun noir, veloutées, d'un à deux centimètres de diamètre d'abord, s'agrandissent et recouvrent une partie de la capsule, principalement du côté exposé au soleil. Quand l'attaque des capsules se fait très tôt, la croissance des parties malades est ralentie. La capsule devient alors dissymétrique à maturité. Les graines naissant à l'intérieur, vers la paroi attaquée, avortent.

Les capsules tardives sont toujours gravement endommagées. Les graines provenant des capsules infectées portent à leur surface de nombreuses conidies. Pendant la moisson et dans les sacs, elles contaminent par contact les graines saines. Les graines des pieds atteints ont un faible pouvoir germinatif ou ne germent pas.

ÉTUDE DU PARASITE

Le parasite. — La forme parfaite du champignon parasite est *Pleospora calvescens* (Fries) Tulasne ; les périthèces ont été observés seulement sur l'hôte (nous avons essayé en vain de les obtenir en culture).

Malgré les travaux des divers auteurs, la nomenclature du champignon reste assez confuse. C'est ainsi que Barbacka (5) suppose que *Pleospora calvescens* (Fr.) Tul (20) est synonyme de *Pleospora papaveracea* (De Not.) Wint. (73). Leuis Wehmeyer prétend, d'autre part que *Pleospora calvescens* se trouverait sur *Atriplex*, *Chenopodium*, etc., tandis que sur l'Œillette on rencontrerait le plus souvent *Pleospora pellita*. Berlese (6) réunit ces deux espèces, mais son *Pyrenophora echilella* ne serait peut-être que le véritable *Pleospora calvescens*.

A notre avis, la forme parfaite de l'*Helminthosporium Papaveri* n'est pas un *Pyrenophora* ; ce genre se caractérise, en effet, par des poils raides qui recouvrent la moitié supérieure du périthèce et entourent l'ostiole ; tandis qu'ici les périthèces sont presque glabres il faut donc le placer d'après les autres caractères dans le genre *Pleospora* (périthèces semblables à ceux de *Leptosphaeria* mais à ascospores murinées, paraphyses filiformes, ascospores plus ou moins colorées).

Chez *Pleospora calvescens*, il y a trois cloisons transversales ; l'une ou parfois les deux cellules du milieu portent une cloison perpendiculaire. Les périthèces sont à demi enfoncés dans le substrat mais toujours séparés.

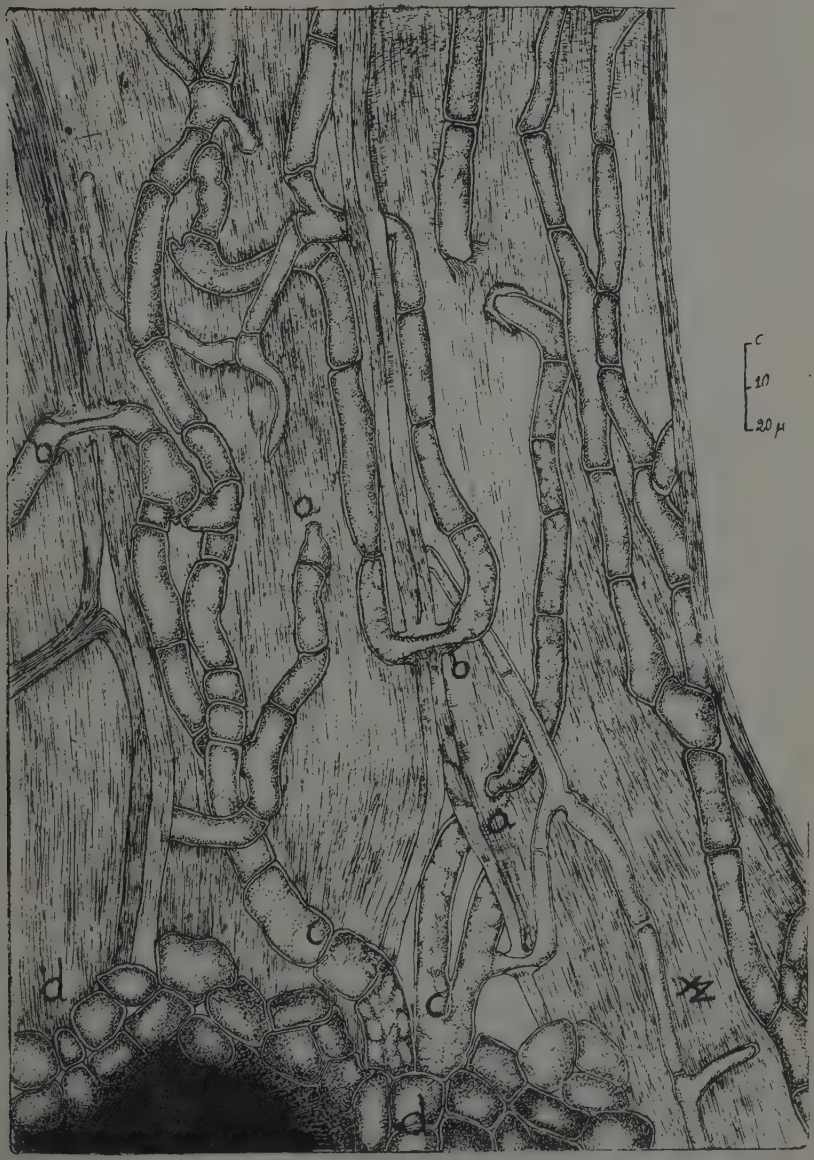


FIG. 1. — Biologie du Champignon.

a : Pénétration des hyphes dans une cellule. — *b* : Passage des hyphes d'une cellule à l'autre. — *c* : Hyphes assurant la nutrition du périthèce. — *d* : Paroi du périthèce.

Noms synonymes de la forme parfaite. — Les synonymes de *Pleospora calvescens* (Fries) Tulasne sont :

Sphaeria calvescens Fr. Syst. mycol. II, p. 503 (1829) Fr. Scleromyc., n. 401.
Sphaeria pellita Fr. Syst. mycol. II, p. 503 (1829).
Sphaeria calvescens Demazières Dixième not., p. 19 (1843).
Sphaeria pellita Fr. Summa veget. Scand., p. 389 (1849).
Sphaeria calvescens Fr. Summa veget. Scand., p. 394 (1849).
Pleospora pellita Rabenhost in Herb., vivo myc., éd. 11, n. 743 (1858).
Pleospora calvescens Tulasne Selecta Fung., carp. I., p. 13 (1861).
Selecta Fung. carp. II., p. 266 (1864).
Pleospora cesatiae De Notaris, Schéma sfer., it., p. 218 (1863).
Cucurbitaria papaveracea De Not. Schéma sfer., it., p. 62, tab. 80 (1863).
Pleospora calvescens Fuckel Symbolae mycol., p. 134 (1869).
Pleospora pellita Fuckel Symbolae mycol., p. 134 (1869).
Pleospora calvescens Saccardo Mycol., ven. specim., p. 103 (1873).
Fungi veneti V, p. 215 (1876).
Pleospora calvescens Rehm Ascomycet. fasc., IX, p. 134 (1881).
Pleospora papaveracea Rehm Ascomycet., n. 736 (1881).
Pleospora papaveracea Saccardo Fungi gallici V, p. 6 (1883).
Sylloge Pyren. II, p. 243 (1883).
Pyrenophora calvescens Saccardo Sylloge Pyrenom. II, p. 279 (1883).
Pyrenophora pellita Saccardo Sylloge Pyren. II, p. 280 (1883).
Pleospora calvescens Bizzozero Fl. ven. Critt. (Funghi), p. 271 (1885).
Pleospora pellita Bizzozero F. ven. Critt. (Funghi), p. 271 (1885).
Pleospora calvescens Winter Die Pilze II, p. 512 (1885).
Pleospora pellita Winter Die Pilze II, p. 513 (1885).
Pleopsora papaveracea Winter Die Pilze II, p. 501 (1885).
A ces synonymes nous ajoutons d'après Wolf Fr. :
Sphaeria dematium (Pers) Klotzsch in Herb. Myc. 153 (1832).

Les diagnoses de *Pleospora pellita* et de *Pleospora calvescens* données par divers auteurs sont :

Pleospora pellita. Périthèces 200-300 (400)μ de diamètre, globuleux ou quelque peu aplatis, souvent déprimés, réunis par petits groupes, qui sortent par une fente de l'épiderme. Paroi de 20-30 (50)μ d'épaisseur, parenchymatique, souvent moins colorée par dessous ; lisse ou un peu duveteuse. Conidiophores dispersés qui bientôt se détachent en se brisant, laissant de petits chicots. Asques claviformes à parois devenant bientôt épaisses, à base en forme de pied fourchu, 70 — 105 × (8,5) 10 — 14 μ, immergés dans la bande interstitielle. Spores en deux séries ou en partie unisériées, fusoïdes ou légèrement claviformes, d'un jaune-brun pâle, à trois cloisons transversales, généralement droites ou légèrement courbées, symétriques ou souvent asymétriques avec la

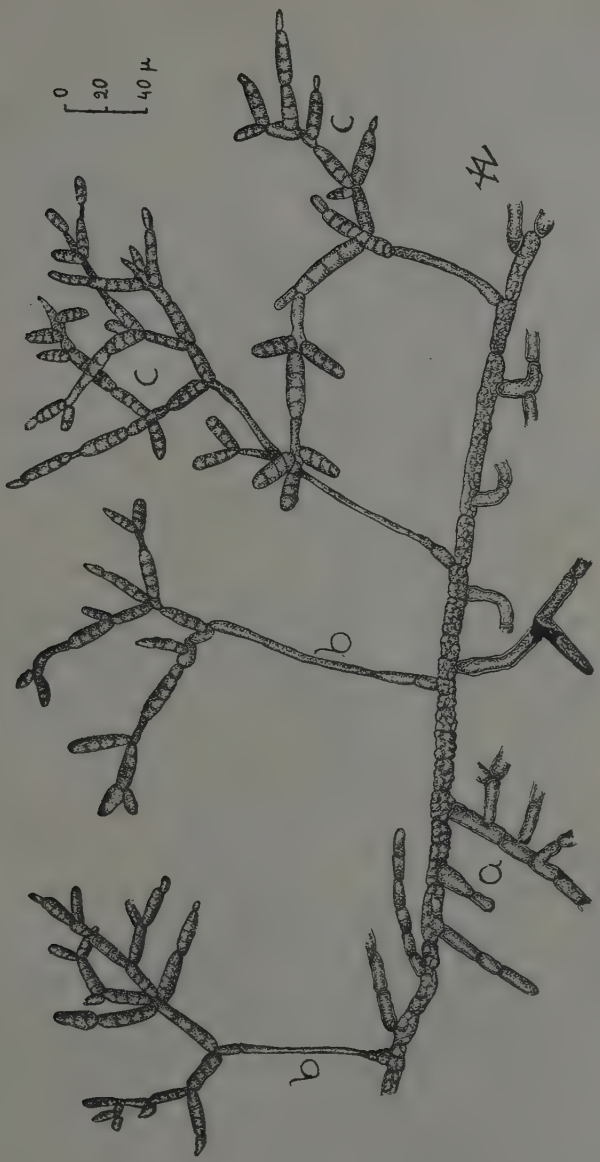


FIG. 2. — Morphologie du Champignon.
Fructification du champignon en culture. — *a* : Mycelium. — *b* : Conidiophores. — *c* : Conidies en longues chaînes (le 4e jour après le repiquage).

partie inférieure la plus large. Les spores sont amincies aux extrémités ; elles semblent se rétrécir vers les cloisons. Dans la plupart des spores, l'une ou les deux cellules centrales ont une cloison verticale. Dimensions des spores : (14) 16-21 (26) × 6 — 8 μ.

Pleospora calvescens Tul. : Périthèces de 200 μ de diamètre quelque peu déprimés, aplatis ou étalés, abondamment dispersés ou groupés, bientôt émergeants, couverts par un péridium velouté, formé d'hyphes dures, brunes, qui deviennent droites, dressées comme des soies sur la surface supérieure du périthèce. Les soies mesurent 50 — 100 × 5 — 7 μ. Périthèces à paroi de 20 — 30 μ d'épaisseur formée d'un parenchyme brun foncé ; asques cylindriques à claviformes, avec paroi apicale épaisse, longuement atténués à la base, laquelle a la forme d'un pied fourchu, 70 — 95 × 8,5 — 12 μ, dans un plus ou moins abondant tissu interthecial (fig. 7). Spores en deux séries ou en partie unisériées ovales ellipsoïdes, d'un jaune-brun, à trois cloisons transversales, avec les extrémités effilées, légèrement sphériques, avec des dépressions nettes au niveau des cloisons, symétriques ou un peu inégales. L'une des deux cellules centrales a toujours une cloison verticale, cette cloison existe dans l'autre cellule centrale dans un petit pourcentage de spores. Dimensions des spores : 18 — 22 × 7 μ. Les cellules des deux extrémités se terminent en angle aigu. Paraphyses abondantes filiformes.

Noms synonymes de la forme imparfaite. — En ce qui concerne le nom de la forme imparfaite du champignon, les avis des auteurs divergent. Barbacka appelle cette forme imparfaite, *Helminthosporium papaveri* Saw(65), tandis que Christoff (9) préfère le nom de *Dendryphium penicillatum* Cor. Cette confusion, à notre avis, est due surtout au polymorphisme du champignon.

C'est ainsi qu'en culture le champignon forme des conidies en chaîne sur des conidiophores simples et assez courts, tandis que sur les tiges (en hiver) les conidiophores sont beaucoup plus longs, de couleur plus foncée, arborescents, et portent des chaînes de conidies plus courtes (fig. 3, 4).

Cette dernière forme de fructification provient des hyphes hivernantes saprophytes sur les restes de la végétation de l'Œillette.

D'autre part, les conidies naissant sur les jeunes taches des plantes en cours de végétation sont plus petites, et leur conidiophore est peu différencié. En général, les spores sont allongées, cylindriques, munies de trois cloisons transversales. Leur couleur est à peu près la même que celle du mycelium lorsqu'elles sont jeunes mais elle devient brun-châtain à maturité. Leurs dimensions sont variables : nous avons pu constater que les caractères biométriques donnés par Savada, Christoff, Barbacka et Darpoux correspondent à peu près aux nôtres selon la forme du parasite.

Dim. des spores d'après Savada : 86 — 130 × 6 — 7 μ (Formose).

Dim. des spores d'après Christoff : 12 — 81 × 3 — 6 μ (Bulgarie).

Dim. des spores d'après Barbacka : 20 — 97 × 4,5 — 8,5 μ (Pologne).

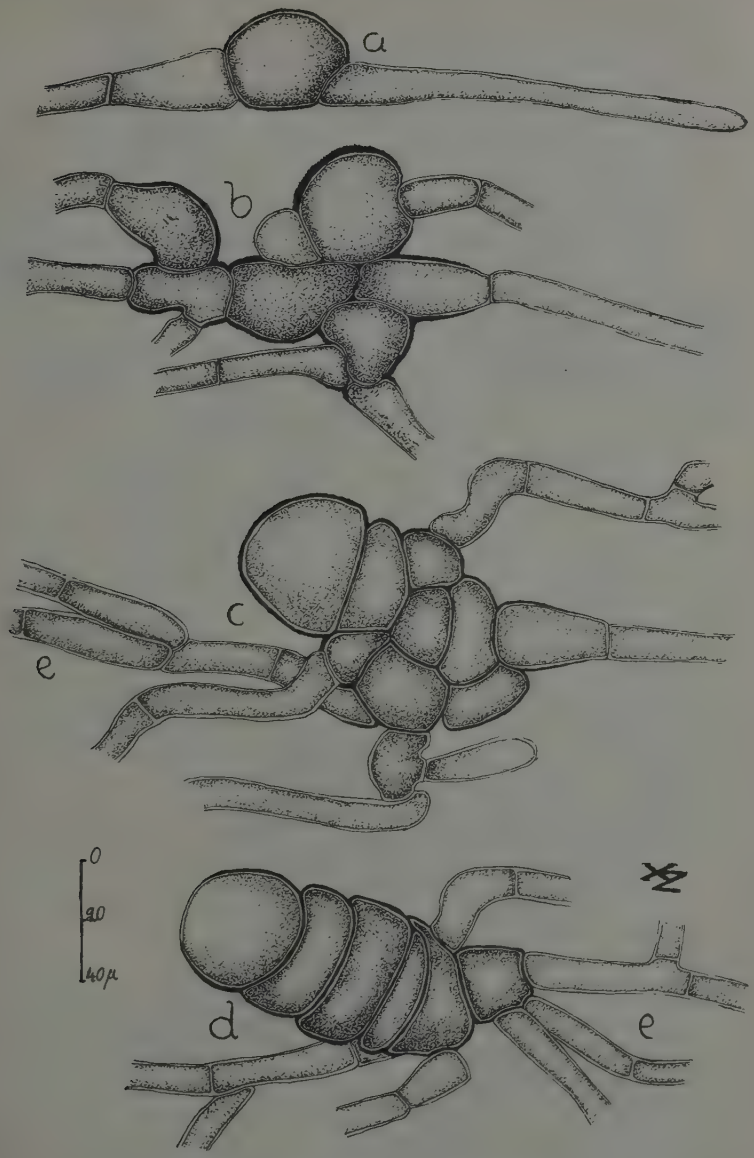


FIG. 3. — Morphologie du Champignon.

Naissance des conidiophores sur l'hôte.— *a* : Différenciation d'une cellule du mycelium superficiel. — *b* : Naissance d'un sorus. — *c* : Orientation des cellules formant la base du conidiophore. — *d* : Cellules superposées ; forme plus évoluée que la précédente. — *e* : Hyphes nourrissantes.

Dim. des spores d'après DARPOUX : 15 — 60 × 4 — 11 μ (France).

Nos mensurations sont les suivantes :

Conidies provenant de jeunes taches : 15 — 52 × 4,5 — 9,5 μ.

Conidies provenant du mycelium hivernant : 18 — 65 × 4,5 — 10 μ.

Conidies provenant de cultures (chaînes) : 30 — 105 × 4 — 11 μ.

Dimensions moyennes 37 × 8 μ.

Les dimensions données par SAVADA sont plus grandes que celles des autres auteurs. Cela paraît être dû à ce que le parasite a été observé sur des hôtes et des variétés différents et dans des conditions climatiques variées. Le nombre des cloisons n'est pas constant dans les conidies d'une même chaîne ; on en trouve en moyenne 6, mais parfois jusqu'à 9 ou plus. Les conidiophores sont uni-ou pluri-cellulaires.

Les synonymes de la forme imparfaite sont :

Dendryphium penicillatum (CORDA) FR. Summa V. S., p. 504, Bon Handb., p. 78.

Brachycladium penicillatum CORDA Ic. II, p. 14, t. X, fig. 63.

Helminthosporium papaveri SAVADA.

En tenant compte de la clef donnée par NISICADO (57) pour les *Helminthosporium*, on placerait ce parasite dans le sous-genre *Cylindro-Helminthosporium*. ITO (29) d'autre part, propose pour ce sous-genre le nom *Drechslera*, où il y range les formes conidiennes de divers *Pyrenophora*.

Les *Pleospora* ont d'ailleurs des formes conidiennes appartenant à des genres différents : *Alternaria, Macrosporium, Stemphylium.*

C'est Mme GIRZITSKA en Russie (21), 1926, qui a montré la première, la liaison entre la forme parfaite décrite par FRIES, et celle imparfaite décrite par TULASNE, et classée par CORDA. Ceci a été confirmé plus tard par CHRISTOFF (30).

En fait nous considérons que le champignon a deux formes conidiennes d'aspect bien différent, la forme d'hiver du type *Dendryphium*, pour laquelle nous conservons le nom de *Dendryphium penicillatum* (CORD) Fr., et la forme d'été du type *Helminthosporium* qui doit être appelée *Helminthosporium papaveri* SAW.

Étude morphologique du champignon. — Le mycelium abondant sur les taches malades s'enfonce dans la plante et détruit tous les tissus qu'il rencontre ; il peut pénétrer dans les vaisseaux où il empêche la circulation de la sève. Ce mycelium abondamment cloisonné, gonflé, anastomosé, présente une grande variation de formes : il peut s'insinuer dans les méats (fig. 1 *c*) ; cependant il est surtout intracellulaire (fig. 1 *a*) ; on ne trouve pas de suçoirs proprement dits mais on peut observer des hyphes myceliennes minces et incolores (fig. 1), qui recouvrent les membranes cellulaires. Sur les feuilles, le mycelium pénètre et détruit le tissu palissadique et le parenchyme lacuneux. Les cellules scléreuses de la capsule sont entièrement envahies et les hyphes parasites circulent dans

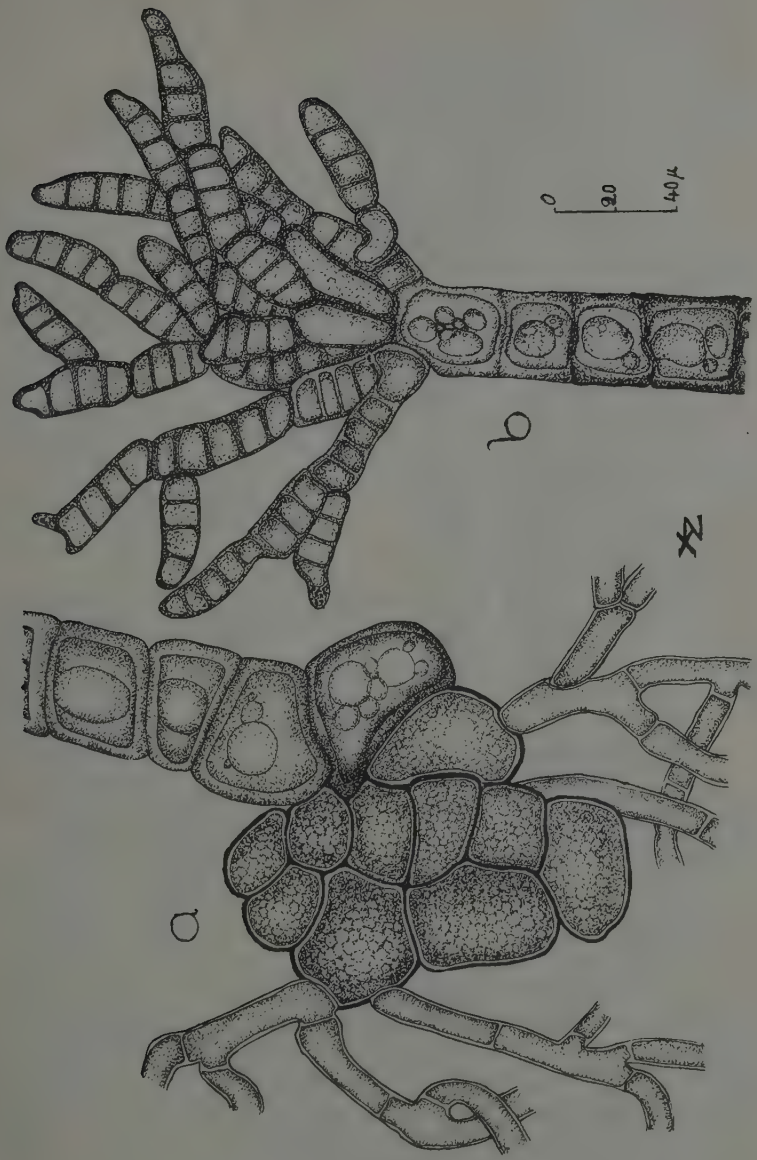


FIG. 4. — Morphologie du Champignon.

Naissance des conidiophores sur l'hôte. — *a* : Base du conidiophore. — *b* : Sommet du conidiophore. Conidies en petites chaînes.

toute l'épaisseur de la paroi. Il y a aussi des hyphes aériennes, sur l'épiderme ; ce mycélium ectotrophe d'un brun foncé, se différencie par cloisonnement en cellules plus ou moins ovoïdes. Cette différenciation permet de trouver des vraies chlamydospores à membrane très épaisse et très foncée. Parmi les divers *Helminthosporium*, l'*Helminthosporium papaveri* est le seul à notre connaissance qui produirait des chlamydospores (fig. 5 *c*).

Étude physiologique et phylogénie du champignon. — Les cultures sur milieu artificiel, à partir des ascospores, conidies, fragments mycéliens, hyphes hivernantes, chlamydospores et même fragments de conidiophores, ont toujours donné la forme conidienne.

Le parasite peut parcourir son cycle évolutif asexué en quelques jours, si la température et l'humidité sont assez élevées. Dans nos essais de laboratoire, la température optimum pour la croissance du mycélium était de 24 à 26°C. Sur son milieu nutritif gélosé à 2 % de glucose, à pH 6,5-7,5, les colonies gagnent en diamètre 3 cm par jour ; à cette température les conidies apparaissent le troisième jour après le repiquage.

Sur rameaux stériles de pommier, les hyphes couvrent la surface des fragments et forment des chlamydospores. Ces dernières se forment aussi dans un milieu très gélosé (25 ‰) (fig. 5).

Dans les conditions climatiques de la région parisienne, les premières taches sur la tige et les feuilles ne donnent pas de conidies avant le mois de mai ; dans ce cas, il faut un mois au champignon pour accomplir son cycle évolutif asexué.

L'action de la lumière sur la végétation du parasite en culture n'est pas importante ; sur la plante au contraire, le champignon s'installe de préférence du côté exposé au soleil.

La pression osmotique jouerait un rôle sur le champignon en modifiant sa forme (chlamydospores, nombre des cloisons des conidies...).

Le champignon se conserve d'une année à l'autre surtout par sa forme parfaite, sur la tige et les capsules infectées ; les organes sexués prennent naissance à partir du mycélium endotrophe, hivernant dans les tissus attaqués. Ils se forment en abondance sur les parties qui étaient couvertes par les conidies en cours de végétation. La diplophase s'étend à toute la durée du stade parasitaire et saprophytique du champignon. Il s'agit d'un champignon homothallique. Nous avons pu obtenir des périthèces par inoculation de l'Œillette à partir d'une culture monospore. Mais les périthèces ne se sont jamais formés sur milieu artificiel, même en confrontant différentes cultures monospores ; dans ce cas il apparaît toujours la forme conidienne.

Il est permis de penser que l'influence de l'hôte est indispensable pour l'obtention de la fructification parfaite.

Les conditions climatiques ont aussi une influence pour la vernalisation de la forme parfaite. L'optimum thermique pour la formation des périthèces,

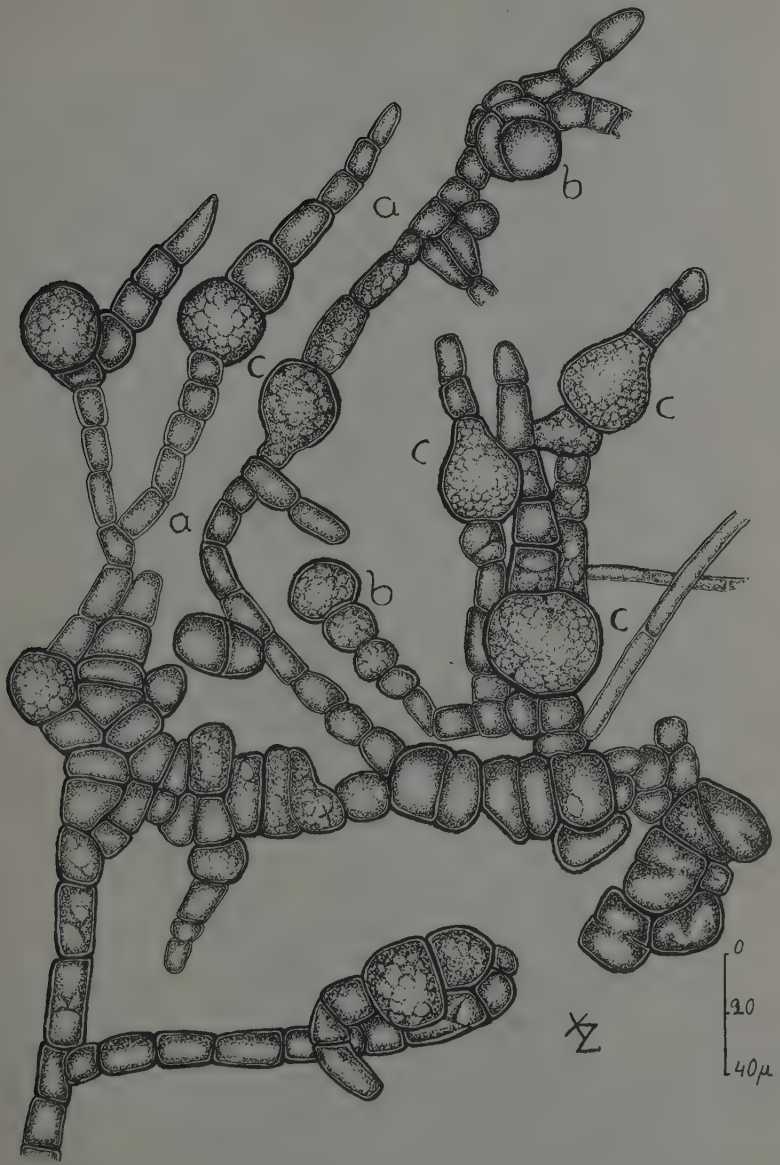


FIG. 5. — Morphologie du Champignon.

a : Mycelium intramatriciel. — *b* : Chlamydospores en formation. — *c* : Chlamydospores mûres.

d'après nos observations, est entre 12° et 17°C ; elle se réalise donc au printemps ainsi qu'en automne. Les hyphes mûres sont alors pleines de matières organiques de réserve.

Polymorphisme du champignon : En culture sur milieu artificiel le champignon donne généralement des conidies du type *Helminthosporium*. Mais lorsqu'il est cultivé longtemps, les conidies deviennent de plus en plus petites et portent moins de cloisons ; on arrive ainsi à avoir des souches avec des conidies à une ou deux cloisons. On peut obtenir, au laboratoire, des conidiophores du type *Dendryphium* en cultivant le champignon sur une décoction de feuilles de Groseilliers avec 2 % de gélose ; les conidies sont alors en chaînes très courtes et mesurent 25 — 35 × 3 — 5 μ. Cette forme rappelle celle que TULASNE (1863) a dessinée pour représenter la germination des conidies du *Dendryphium penicillatum* Fr.

Longévité du champignon : Les ascospores ainsi que les conidies libres sont capables de germer même un an et demi après leur naissance ; les chlamydospores conservent leur faculté germinative après une exposition permanente aux rayons du soleil pendant toute la période chaude. Sur des rameaux stériles, le mycélium reste vivant deux ans environ ; sur son hôte, dans les champs, le champignon se conserve aussi, mais seulement dans le cas où son support (tiges, capsules) n'est pas enterré.

Évolution, libération et germination des ascospores. – C'est après la dernière division des noyaux dans l'asque encore unicellulaire (fig. 7 *a*) que les ascospores se forment, en s'entourant de cytoplasme, et en s'isolant au moyen d'une membrane. Le reste du cytoplasme qui remplit l'asque, constitue l'épiplasme ; il est très abondant jusqu'à un stade assez avancé, et se réduit seulement à partir de la formation des cloisons dans les ascospores (fig. 7). La tunique interne de l'asque enveloppe l'épiplasme et à la régression de ce dernier, elle entoure ensuite les ascospores jusqu'à leur maturité. Dans le jeune âge, les ascospores sont ovoïdes unicellulaires et hyalines ; lorsqu'elles ont à peu près leur taille définitive, elles prennent une cloison transversale médiane ; chacune des deux cellules ainsi délimitée se cloisonne bientôt à son tour de la même façon de sorte que l'ascospore a trois cloisons transversales. Peu avant la maturité des ascospores, apparaissent la ou les cloisons longitudinales dans les cellules centrales ; à ce moment l'ascospore devient jaune, puis la couleur vire au brun à mesure qu'elle mûrit. Dans un même périthèce, on peut trouver des ascospores à tous les stades de leur maturation. En général, la formation des ascospores de la base de l'asque subit un retard sur celle des ascospores du sommet ; la maturation des ascospores se produit aux dépens de l'épiplasme ; le nombre des cloisons transversales indique le degré de maturité. Les paraphyses qui entourent les asques proviennent du mycélium qui constitue la paroi du périthèce ; elles sont filiformes et généralement simples, mais nous avons pu constater qu'il en existe d'anastomosées et même de ramifiées (fig. 8 *c*, *d*).

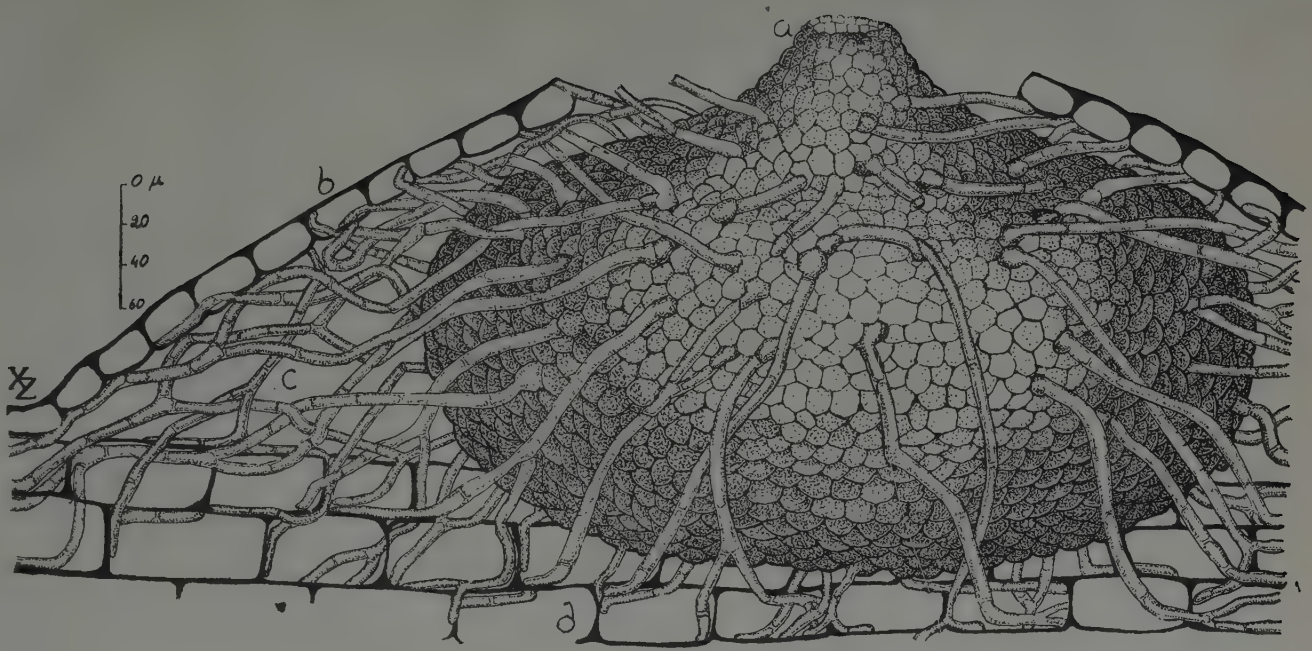


FIG. 6. — Forme parfaite du Champignon.

a : Ostiole. — *b* : Épiderme enlevé. — *c* : hyphes nourrissant le périthèce. — *d* : Tissus de la tige envahis par le parasite.

Libération des ascospores : Elle s'effectue dans le périthèce par la déhiscence de l'asque, qui se produit à peu près à la moitié de sa hauteur (fig. 8). La rupture dont nous venons de parler s'effectue par suite de la pression osmotique des ascospores bisériées ; la forme de ces dernières et leur taille permettent la déhiscence complète et la division de l'asque en deux parties séparées. L'appareil apical de l'asque, qui d'ailleurs est assez simple, ne sert pas à la libération des ascospores. Cet appareil apical (fig. 8 *h*), a la morphologie suivante : un bourrelet sous-apical délimite sous lui une petite chambre sous-apicale, au fond de laquelle se trouvent un coussinet peu développé et une ponctuation réduite à une dépression large et peu profonde ; le pourtour de cette ponctuation est garni d'un anneau très mince. Par plasmolyse, l'épiplasme se décolle du fond de la ponctuation, mais il reste encore attaché à l'anneau. Un manchon apical en forme de calotte et dont le bord est épaissi coiffe l'ensemble de l'appareil. Contrairement à de nombreux champignons chez lesquels le coussinet est assez développé, le manchon cylindrique et l'épiplasme abondants, ici le gonflement de la tunique interne de l'asque ne provoque pas d'invaginations ni de rupture apicale, parce que le coussinet est réduit, le manchon en forme de béret et l'épiplasme peu abondant. La tunique interne de l'asque se gonfle très fortement.

La turgescence des paraphyses, due aussi à l'absorption d'eau, provoque une pression osmotique qui facilite la sortie successive des ascospores par l'ostiole.

Germination des spores : Les ascospores comme les conidies, germent par toutes ou la plupart des cellules qui les constituent (fig. 9).

Les courbes des longueurs du filament germinatif, en fonction de la température montrent que l'optimum de germination est autour de 20°C pour les ascospores et de 25° pour les conidies (fig. 10).

L'influence de l'humidité sur la germination des spores est très grande. L'étude de la germination dans des gouttes pendantes et en chambre humide à différents degrés d'humidité, a montré que c'est seulement dans l'air saturé d'humidité, ou avec l'aide de la pluie, que la contamination des jeunes plantes s'effectue.

Les ascospores et les conidies n'ont pas de pores germinatifs. Le tube germinatif se développe en un point quelconque de la paroi ; chaque cellule de l'ascospore émet quelquefois plusieurs tubes germinatifs (fig. 9). Ces filaments sont réguliers et se ramifient dès leur naissance (fig. 9). Des spores conservées pendant une année entière peuvent aussi germer, mais dans un faible pourcentage sauf si on ajoute une goutte d'un stimulant qui permet d'obtenir 95 % de germination.

RAPPORT ENTRE LE PARASITE ET L'HOTE

Modification cytologique de la plante hôte. — La plante réagit contre l'infection du parasite par plusieurs modes, selon son stade de végétation et l'organe attaqué.

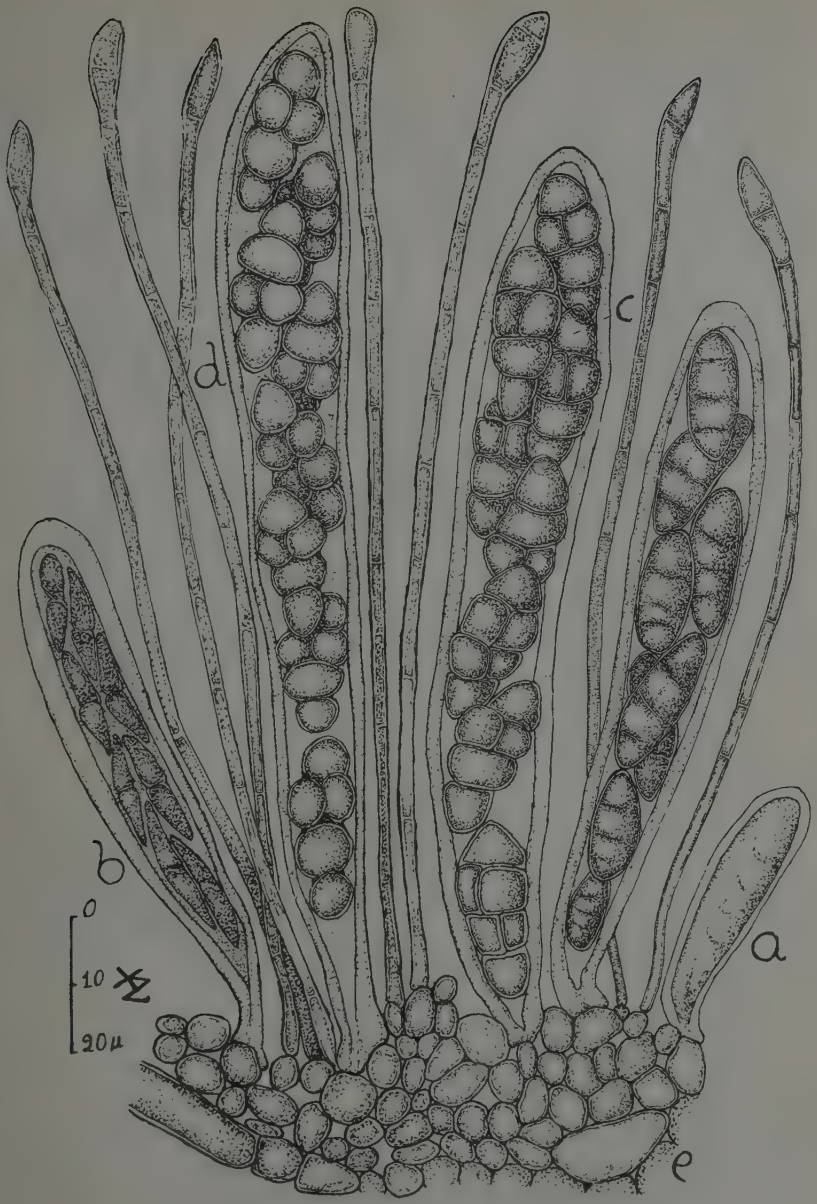


FIG. 7. — Morphologie du Champignon.

Évolution de l'asque. — *a* : Jeune asque unicellulaire. — *b* : Jeune asque portant les ascospores déjà bicellulaires. — *c* : Ascospores en pleine évolution, mais pas encore mûres. — *d* : Ascospores en maturité, peu avant la déhiscence de l'asque. — *e* : Pseudoparenchyme de la base du périthèce.

Dans le cas d'une attaque sur feuilles, la réaction de la plante se traduit : *a*) par un accroissement de la production d'un latex sous forme de gouttes laiteuses dans le parenchyme lacuneux ; *b*) par une coloration bleue de la surface envahie, surtout dans les nervures et *c*) par une formation de gomme entre les tissus sains et infectés. Cette dernière réaction est due à l'immunité antitoxique de la plante ; elle est spécifique et représente un effort de l'hôte pour combattre les toxines du champignon ; la température joue un rôle important dans ce phénomène.

Dissémination du parasite. — Dès l'apparition des premiers symptômes, la maladie se propage sur les plantes développées, très vite en conditions favorables. Pratiquement les conidies se forment en trois ou quatre jours et la contamination d'une plante à l'autre se fait par le vent, l'eau, les insectes et l'homme.

Sur la même plante le mycélium peut gagner la surface entière de l'hôte dans l'espace d'une semaine. Les invasions secondaires se manifestent surtout vers la fin de la période végétative de la plante.

La durée d'incubation est de deux à huit jours. Si après un temps humide ou une pluie, le temps devient sec, les symptômes ne se manifestent pas, même si la température est élevée. Au contraire, si la pluie est suivie par une autre pluie ou par un temps humide et chaud, la maladie se propage.

Les variétés d'Œillette précoces sont celles qui échappent le mieux à la maladie.

Les graines sont les agents principaux de la propagation et de la conservation de la maladie. (20 *bis*, 45 *bis*).

Infections artificielles. — L'inoculation des feuilles et tiges d'Œillette saines, avec des conidies, nous a donné des résultats négatifs même en atmosphère saturée. Mais quand les parties à inoculer furent légèrement égratignées l'infection s'ensuivit au bout de quatre à cinq jours. Nous avons effectué ces essais d'infections artificielles d'une part, pour constater la possibilité d'obtention de la forme parfaite à partir des cultures monospores (homothalie), et d'autre part, pour déterminer les exigences du champignon dans des conditions naturelles mais plus ou moins contrôlées.

Des essais de contamination, par aspersion d'une suspension des spores, ont été faits sur des plantes de différents âges : jeunes plantes à 2,6 feuilles et ayant leur taille définitive. Les plantes étaient maintenues sous cloches et l'opération réalisée de préférence dans la soirée, après arrosage préalable, ayant pour but d'éviter qu'une dessication rapide n'entrave la germination des conidies. Les taches provenant des infections artificielles sont apparues au bout de trois jours ; elles ont déterminé le desséchement de la feuille infectée. Les conidies couvraient la surface des taches. Le mycélium s'étendit à la tige de quelques-unes de ces plantes cultivées en serre, sur lesquelles des périthèces se formèrent à l'automne suivant.

FIG. 8. — Morphologie du Champignon.

Forme parfaite. — *a* : Ascospores à deux cloisons longitudinales. — *b* : Ascospores à une cloison longitudinale. — *c* : Paraphyses ramifiées. — *d* : Paraphyses anastomosées. — *e* : Base de l'asque. — *f* : Déhiscence de l'asque. — *g* : Tunique interne. — *h* : Appareil apical.

DEUXIÈME PARTIE

LUTTE CONTRE L'HELMINTHOSPORIUM PAPAVERI

Les procédés de lutte contre les maladies des plantes peuvent être divisés en moyens biologiques et physico-chimiques.

LUTTE BIOLOGIQUE

Le choix des variétés résistantes, les précautions culturales d'ordre agronomique et l'influence des facteurs climatiques sur la contamination des plantes aux champs seront groupés dans cette partie.

Variétés résistantes. — La résistance et la sensibilité des différentes variétés à ce parasite, ainsi que le comportement héréditaire de leurs caractères n'ont pas encore été suffisamment étudiés pour permettre la culture des variétés complètement résistantes à la maladie.

En tout cas, il existe une résistance provenant de l'hôte et c'est surtout le degré de précocité qui présente la forme de la résistance la plus intéressante, car elle permet aux variétés d'échapper à l'infection. Les formes asiatiques sont plus précoces, plus riches en huile et de moindre développement que les variétés européennes.

Précautions culturales. — Si l'on pouvait utiliser des semences âgées, les spores seraient en partie détruites, mais comme le contenu lipidique interdit l'utilisation des semences d'Œillette ayant plus de deux ans, on ne peut prévenir la maladie par ce procédé.

Les conditions de semis, la préparation du sol, la place de la plante dans l'assolement, jouent un rôle important dans l'apparition des symptômes de la maladie sur les jeunes plantes. Elles déterminent aussi l'extension et la gravité de la maladie dans un stade plus avancé de la végétation.

Comme la culture de l'Œillette ne peut pas être soumise au point de vue économique à des frais élevés, car le bénéfice qu'elle donne par hectare n'est pas assez grand, on s'efforce d'abaisser le plus possible le prix de revient de la culture. Comme nous ne pouvons pas pratiquer des traitements en plein champ, ce qui protégerait les plantes le plus efficacement, il est tout à fait indiqué de détruire tous les foyers de propagation de la maladie. En effet, les restes de la culture d'Œillette dans les champs (morceaux de tiges, de feuilles et surtout de capsules) toujours abondants quand la récolte s'effectue par la moissonneuse-lieuse, sont les seuls moyens d'hivernation du parasite. Dans de tels champs, la protection de la culture de l'Œillette, pendant les années qui suivent est impossible. Les premiers symptômes y apparaîtront dès que la température et l'humidité le permettront. L'extension de la maladie dépend des con-

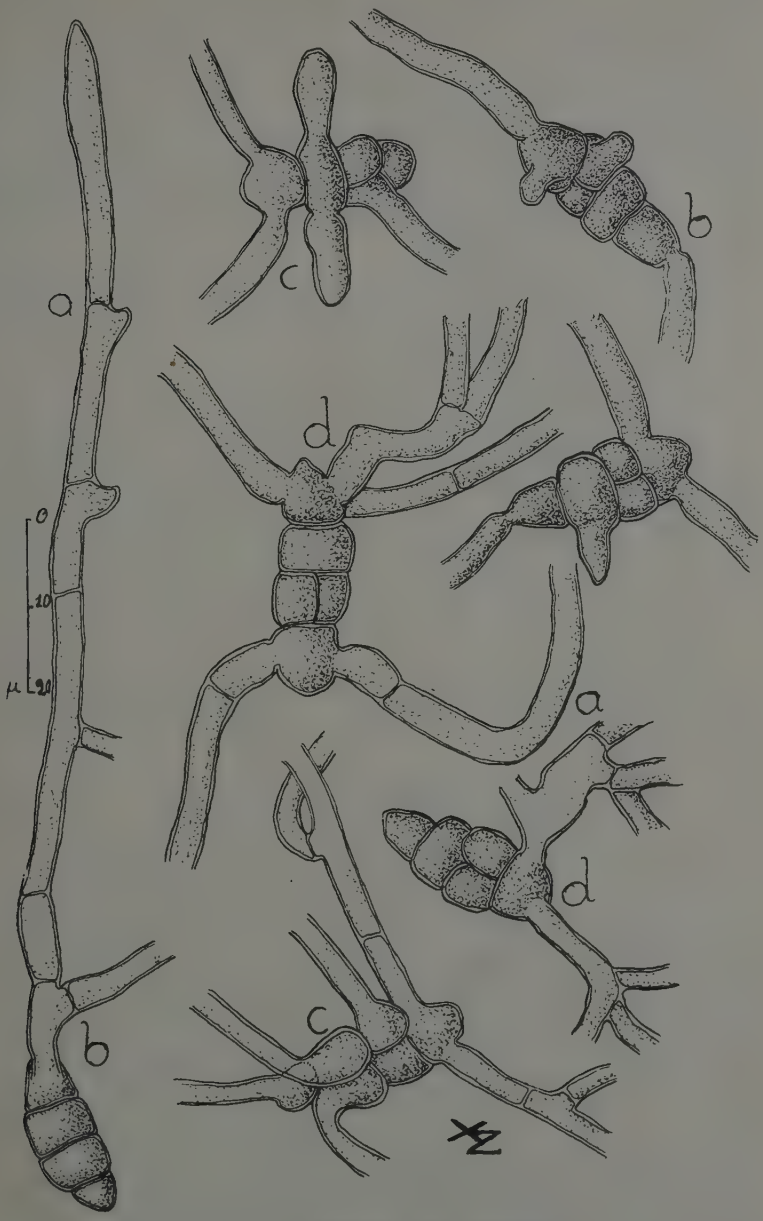


FIG. 9. — Germination des ascospores.

a : Tube germinatif. — *b* : Germination par la cellule apicale. — *c* : Germination par la plupart des cellules constituant l'ascospore. — *d* : Germination par plusieurs tubes germinatifs.

ditions climatiques. L'attaque de 75 % des plantes et la perte de la moitié de la récolte est la règle.

Pour détruire ces foyers de conservation du parasite et de propagation de la maladie il faut : ramasser et brûler tous les restes de la culture, labourrer soigneusement pour enterrer profondément (15 cm) tous les débris de plantes hôtes du champignon, qui poussent pendant les trois ans d'intervalle entre deux cultures d'Œillette successives dans une rotation de quatre ans. Les plantes occupant le champ pendant cet intervalle doivent évidemment ne pas être attaquées par le champignon.

Les semis effectués en lignes à un écartement moyen, avec une orientation des lignes permettant une bonne aération des plantes favorisent la résistance de ces dernières contre le parasite.

Facteurs climatiques. — L'interaction de l'humidité et de la température moyenne au mois de mai, pour la région parisienne, peut déterminer souvent, en relation avec l'exposition d'un champ, son altitude et la structure du sol, la possibilité de la réussite économique de la culture de l'Œillette. Les semis précoces sont toujours à indiquer car, dans ce cas, la plante arrive à son évolution complète avant que le parasite ne s'installe sur les différentes parties, ce qui empêcherait leur développement ou amènerait leur déformation ou même leur mort. Le choix du champ à semer doit donc être judicieux.

Antibiotiques. — Nous avons entrepris des recherches avec M. Darpoux, concernant l'utilisation de diverses substances antibiotiques pour la désinfection des semences. Les résultats obtenus seront publiés séparément.

ESSAIS DE PRODUITS CHIMIQUES

Comme la transmission de la maladie s'effectue par les graines, leur désinfection constitue le meilleur mode de traitement. Nous venons d'indiquer d'ailleurs que les traitements des plantes pendant la période végétative ne sont pas réalisables en grande culture, tout au moins dans les conditions actuelles ; nous n'insisterons donc pas sur cette dernière méthode de traitement en plein champ.

La désinfection physique des graines par la chaleur ne peut pas être employée car les sensibilités thermiques du parasite et de l'embryon sont trop voisines.

Produits essayés. — Nous avons essayé différents produits chimiques représentant la plupart des groupes connus comme fongicides.

1. — Parmi les sels de cuivre utilisés déjà contre les champignons parasites des plantes, nous avons essayé les suivants :

a) Sulfate de cuivre cristallisé ($SO^4Cu.5\ H^2O$), titrant 25 % de Cu et employé en solution et en poudre ;

b) mélange de chlorure cuivreux et de chlorure cuivrique, à 37 % de Cu, employé en poudre ;

c) oxychlorure de cuivre technique à 57,8 % de Cu, en poudre ;

d) carbonate de cuivre technique (CO^3Cu) à 58,2 % de Cu, en poudre ;

e) Oxyde cuivreux jaune à 50 % de cuivre.

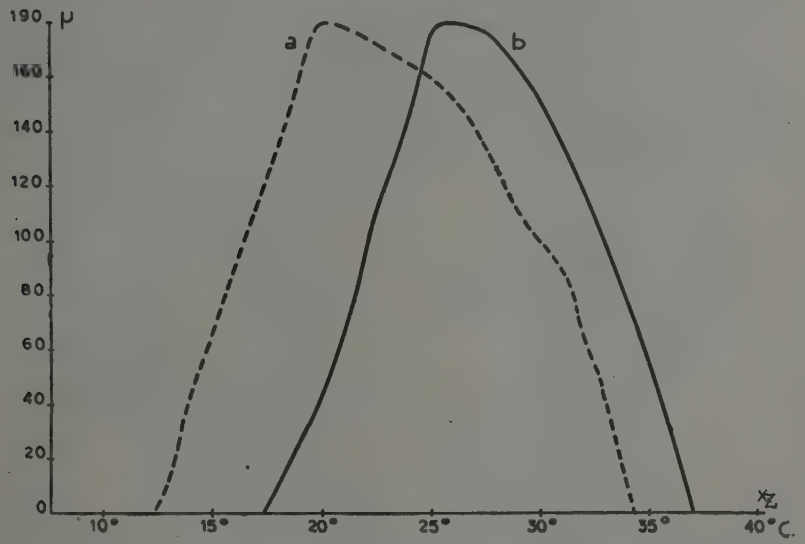


FIG. 10. — Germination des ascospores et des conidies.

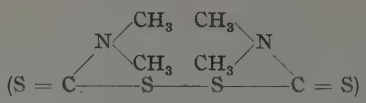
a : Courbe des longueurs du tube germinatif des ascospores en fonction de la température. — *b* : Courbe des longueurs du tube germinatif des conidies.

2. — Soufre : Nous avons utilisé le soufre pur sous diverses formes en poudre ou en suspension colloïdale : soufre micronisé et soufre mouillable.

3. — Fongicides organiques soufrés : Etant donné que le groupe $S = C\langle$ joue un rôle très important pour sa toxicité vis-à-vis des champignons, nous avons essayé un assez grand nombre de composés :

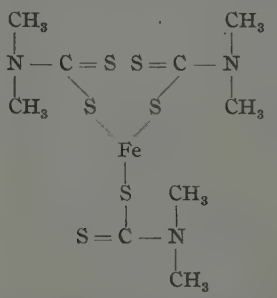
a) Thiourée $\left(S = C\langle^{NH_2}_{NH_2}\right)$, composé soufré organique simple ; son action est encore mal connue, malgré les intéressants travaux de C. FLEURY (*Bul. Soc. Bot. Suisse*, n° 58, déc. 1948) ; elle accélère le départ de végétation des semences, mais en général elle n'a qu'une action fongistatique.

b) Bisulfure de tétraméthylthiurame technique



ou $(CH_3-N-C-S-S-C-N-CH_3)$ composé symétrique provenant de l'acide dithiocarbamique, avec de simples radicaux aliphatiques et le groupement acide —SH pouvant se combiner à des métaux. C'est un désinfectant des semences et du sol à l'égard du *Pythium ultimum* et du *Botrytis Tulipae* et du *Rhizoctonia Solani* ; il est d'ailleurs moins toxique que les organomercuriques. Plusieurs auteurs comme W. H. Tisdale, I. Williams, Marsh, Dimond, Horsfall pensent qu'il ne nuit pas aux plantes.

c) Sel de fer de l'acide dithiocarbamique (spécialité commerciale conte-



nant 76 % de matière active) très utilisé en Amérique. Il combat efficacement l'anthracnose du Concombre, de la Tomate, la fonte des semis et tout particulièrement la rouille grillagée. Il protège bien de la Tavelure, en limitant les dégâts produits aux plantes. On l'utilise enfin contre un grand nombre de maladies des arbres fruitiers.

d) Ethylène-bisdithiocarbamate de sodium technique $(NaS-\overset{\overset{S}{\|}}{C}-NH-CH_2-CH_2-NH-\overset{\overset{S}{\|}}{C}-SNa)$. Nous avons essayé ce dérivé éthylénique ayant une activité contre le Mildiou de la Pomme de terre, le *Cercospora* du Céleri et certaines pourritures. Il combat aussi très efficacement les *Pythium* et les *Alternaria*. Comme ce produit se montre plus actif si on lui ajoute en bouillie du sulfate de zinc et de la chaux, nous l'avons essayé en mélange avec ces derniers (100 gr de SO Zn à 36 % de Zn, et 50 gr de chaux pour une dose de 5 °/₀₀ du fongicide).

4. — Dérivés du benzène. Un grand nombre de dérivés de substitution du

benzène par des radicaux variés ont déjà été utilisés en France. Nous avons essayé :

a) L'hexachlorobenzène, produit qui a été récemment utilisé en poudre contre la Carie du Blé à Versailles et a réduit pratiquement toute contamination ; nous l'avons utilisé à 20 % de matière active.

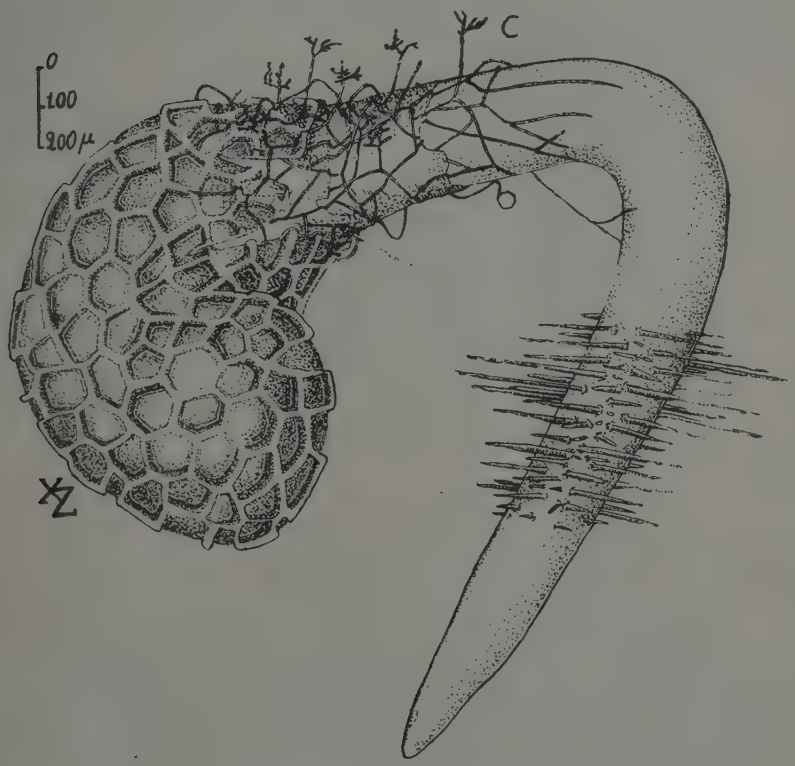
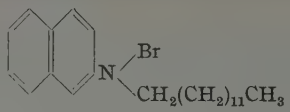


FIG. 11. — Graine d'Œillette en germination, attaquée par l'*Helminthosporium Papaveri* *a* : Poils absorbants. — *b* : Hyphes du parasite. — *c* : Fructifications du champignon.

b) Le trichlorodinitrobenzène (1-2-4, trichloro 3-5 dinitro) a été utilisé en poudre renfermant 20 % du produit.

5. — Sels d'ammonium quaternaire. On sait que l'atome d'azote pentavalent entre dans la constitution d'un grand nombre de fongicides intéressants, soit que cet atome fixe lui-même plusieurs radicaux, soit qu'il se trouve intégré dans un cycle. Parmi les anticryptogamiques possèdant la chaîne lauryle en C_{13}, qui donne le maximum d'efficacité, nous avons utilisé le bromure de lauryl-

iso-quinoléinium à 20 % de matière active, qui s'oppose au développement de



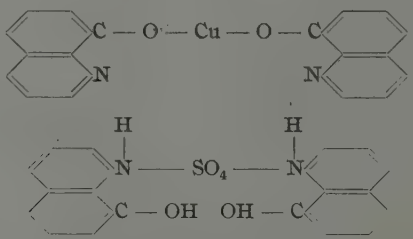
l'*Actinomyces scabies*, du *Venturia inaequalis* et du Mildiou de la Pomme de terre, même à des doses faibles 1/5 000 à 1/10 000. Nous n'avons pas essayé les sels des autres halogènes, car en général ils sont moins actifs, comme par exemple le chlorure de diméthyldilaurylammonium et le chlorure de lauryl-phényl-diméthylammonium.

6. — Les dérivés de la quinoléine. De nombreux sels métalliques ont été essayés récemment en Amérique (Curtiss et Mason). De ceux-ci on a surtout retenu comme produit le plus actif le sel de cuivre. L'orthooxyquinoléine joue un rôle inhibiteur et possède des propriétés antitoxiques d'après les travaux de Fron. Nous avons utilisé les composés suivants :

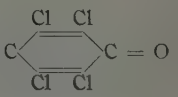
a) L'orthooxyquinoléine technique ;

b) L'orthoquinoléinate de cuivre à 18 % de Cu ;

c) Le sulfate neutre d'orthooxyquinoléine technique.



Fron a utilisé le sulfate pour neutraliser la toxine sécrétée par le *Graphium ulmi*, agent de la trachéomycose de l'Orme. Certains *Fusarium* ainsi que le *Ceratostomella Ulmi* sont détruits pour des doses très faibles (1 ‰) de ces sels. L'orthoquinoléinate de cuivre est efficace en particulier contre le *Sclerotinia fructicola* avec une dose léthale de 1,5 μgr %.

7. — Composés quinoniques. Nous avons essayé le  tétrachloroparabenzoquinone, à 50 % de matière active, produit qui présente un intérêt spécial au point de vue phytopharmaceutique. Il est le meilleur parmi les dérivés chlorés quinoniques, son utilisation a été probablement inspirée par l'action anticryptogamique de certains colorants. Ce produit est utilisé efficacement dans le traitement de semences pour lesquelles il se montre souvent supérieur aux organomercuriques. On peut l'employer sur le feuillage pour la lutte contre le Mildiou de la Pomme de terre, l'*Alternaria Solani* sur la Tomate et le *Rhizoctonia Solani*. Il réduit nettement les attaques du *Pythium*

ultimum, de l'*Aphanomyces*, des *Fusarium* et il est efficace contre le *Diplodia Zeae* et le charbon de l'Orge.

8. — Dérivés des xanthates : Nous avons essayé l'éthylxanthate de zinc à 10 %, produit le plus efficace parmi les différents sels éthylés et méthylés, contre quelques champignons parasites.

9. — Sels mercuriques organiques. On sait qu'au point de vue chimique, les organomercuriques diffèrent des sels mercuriques minéraux du fait que l'ion

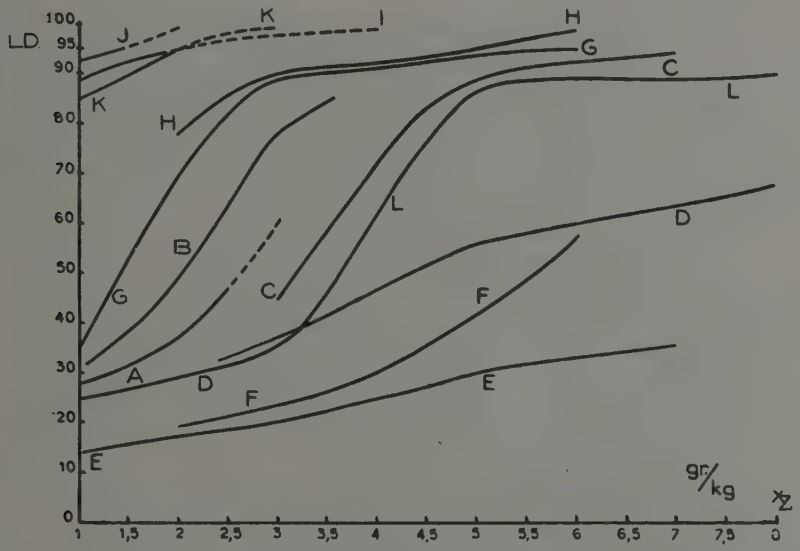


FIG. 12. —Graphiques de toxicité de quelques produits en poudre.

Mesure du degré de l'inhibition des spores en fonction de la dose du produit utilisé en poudre (Gr. du fongicide par Kl ; des graines).

Produits utilisés : *A* : Oxychlorure de cuivre. — *B* : Carbonate de cuivre. — *C* : Sel de fer de l'acide dithiocarbamique. — *D* : Soufre micronisé. — *E* : Hexachlorobenzène. — *F* : Trichlorodinitrobenzène. — *G* : Sulfate neutre d'orthooxyquinoléine. — *H* : Cuivre d'orthooxyquinoléine. — *I* : Éthyle-chlorure de mercure. — *J* : Chlorure d'alcoxy-alcymercure. — *K* : Mélange d'acétate de phénylmercure + chlorure d'éthylmercure. — *L* : Éthyl de xanthate de zinc.

—— : Doses non toxiques à la germination des graines.

----- : Doses toxiques à la germination des semences.

Hg est dissimulé, et ne donne plus les réactions classiques des sels mercuriques. Ces derniers précipitent l'albumine, à l'état d'oxyde jaune de mercure.

Ces composés sont déjà anciens, puisque certains sont utilisés depuis environ trente ans ; ils sont en général toxiques pour les parties vertes des plantes. Leur usage se montre excellent pour la désinfection des semences, quand leur toxicité ne détruit pas la germination.

Nous avons essayé une série de spécialités commerciales :

a) produit à base de silicate de méthoxyéthylmercure, pour poudrage, titrant 1,5 % de Hg ;

b) produit d'origine suédoise, à base d'hydroxyde d'éthylmercure en solution huileuse, et titrant 0,8 % de Hg ; ce produit a l'avantage d'avoir une grande mouillabilité, et d'être très actif sur les cryptogames parasites sans montrer la même toxicité sur les tissus des plantes supérieures ;

c) produit à base de lactate de phénylmercure-triéthanoammonium, à 5 % de Hg

$$\begin{matrix} C_2H_5 - Hg \\ CH_3 - CHOH - CO \end{matrix} \diagdown\!\!\diagup N \equiv (CH_2CH_2OH)_3 \ ;$$

ce produit donne de bons résultats sur les arbres fruitiers contre le *Venturia inaequalis* et sur l'*Alternaria Solani* et le *Phytophthora infestans*. Il est très actif aussi sur l'anthracnose des bulbes du Lis. Il a aussi l'avantage de pouvoir être associé au D. D. T. En pulvérisation à la dose de 1/5 000, 20 gr de ce produit donnent le même résultat que 5 kg de produits sulfurés ;

d) complexe de cyanure de mercure et d'un sel de sodium, le crésolate de cyanomercurisodium. Ce produit qui contient le groupement CN et du Na a donné toujours de bons résultats contre les champignons, mais il se montre toxique pour les tissus des plantes ;

e) produit à base de chlorure de méthoxyéthylmercure contenant 2,3 % de mercure, et s'employant en traitement humide ;

f) produit à base d'iodure d'éthoxybutylmercure à 1,3 % de Hg + chlorure d'éthoxypropylmercure à 1 % de Hg ;

g) produit à base de chlorure de méthoxyéthylmercure, à 3,5 % de Hg, s'employant par voie humide ;

h) produit à base d'acétate de phénylmercure + chlorure d'éthylmercure, mais employé en poudrage ;

i) le même composé que *g*), à 3,5 % de mercure, mais employé en poudrage.

Parmi les sels mercuriques, non organiques, nous avons utilisé le chlorure mercurique en solution.

10. — Le Formol. Nous l'avons essayé à différentes doses et pour différentes durées d'action.

Outre ces groupes représentés par les produits cités nous avons utilisé d'autres composés chimiques connus depuis longtemps comme désinfectants, par exemple : le Trioxyméthylène (à 94 %), l'acide salicylique en solution à 2 % (sa limite de solubilité dans l'eau) et le dinitrocrésol.

Méthodes d'essais. — Nous avons essayé au cours de 1949 et 1950 des traitements par poudrage et par trempage. Comme le parasite peut se comporter très différemment vis-à-vis des divers produits chimiques, nous nous sommes d'abord occupés des méthodes de microessais in vitro, qui ne tiennent compte que de l'interaction « champignon-produit chimique », sans nous soucier de la

plante hôte. En permettant une séparation des facteurs, ces méthodes sont précises, d'une exécution rapide et conviennent à l'étude de la nature de l'action fongicide. Les résultats ainsi obtenus sont du domaine théorique puisqu'ils ne tiennent pas compte des facteurs qui interviennent en plein champ dans les conditions naturelles.

Cependant ces méthodes permettent de séparer directement les produits actifs sur le champignon et de fixer leur dose léthale.

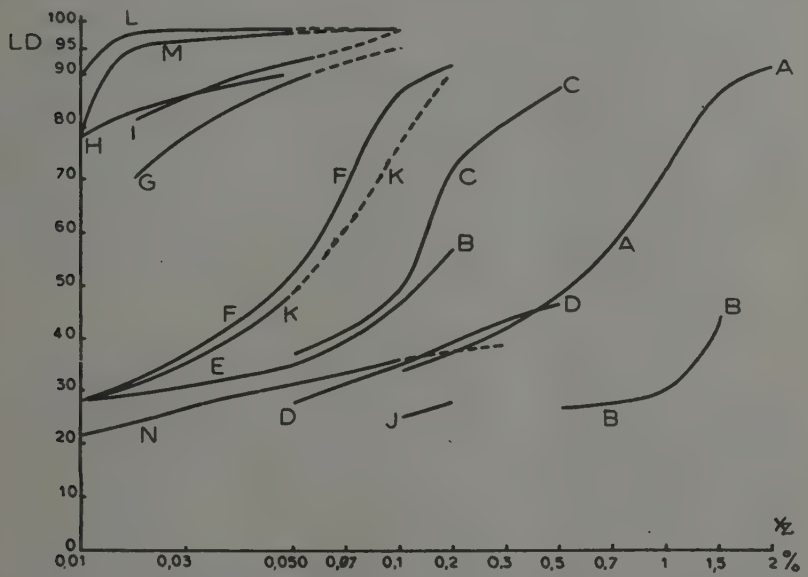


FIG. 13. — Graphiques de toxicité des produits en solutions.

Mesure du degré de l'inhibition des spores en fonction du pourcentage du produit dans la solution. — *A* : Sulfate de cuivre. — *B* : Soufre mouillable. — *C* : Thio-urée. — *D* : Éthylène-dithiocarbamate de sodium. — *E* : Bromure de lauryl-isoquinoléine. — *F* : Ortho-oxyquinoléine. — *G* : Formol à 35 % trempage 20 min. — *H* : Formol à 35 % trempage 35 min. — *I* : Formol à 35 % trempage 45 min. — *J* : Acide salycilique. — *K* : Chlorure mercurique. — *L* : Unalcoylthydroxymercure. — *M* : Lactate de phenylomercuretriethanoammonium. — *N* : o-dinitrocrésol.

——— : doses non toxiques pour les graines d'Œillette.

----- : doses toxiques à la germination des graines.

Pour les produits chimiques dont la toxicité s'est montrée intéressante par ces méthodes, nous avons utilisé ensuite des méthodes biologiques plus complexes qui font intervenir le facteur hôte. Nous avons ainsi pu constater la toxicité des produits non seulement sur le parasite, mais aussi leur action sur les graines, en particulier sur l'embryon et la jeune plantule.

Enfin, d'autres méthodes de serre nous ont donné la valeur réelle fongique des produits utilisés.

Premier stade d'essais au laboratoire (interaction parasite-fongicide). — La méthode la plus perfectionnée a été établie grâce aux travaux de McCallan (33-43), Wellman (39, 40, 41, 70, 71), Wilcoxon (40, 43, 72), Horsfall (26-28), et Martin (45). D'autre part les travaux de Trevan (67), Gaddun, Snedecor, Parker, Rhodes et surtout Bliss (7), ont permis l'utilisation des méthodes statistiques. Les progrès très rapides ainsi réalisés dans le domaine de la connaissance des facteurs biologiques, pendant les dix dernières années, ont permis la mise au point d'une méthode standard. Dans nos recherches, nous avons utilisé cette méthode en apportant des modifications de détail.

Principes de la méthode utilisée. — Le fongicide est appliqué en gouttes sur des lames de verre chimiquement propres, au moyen de pipettes, de sorte que le dosage et la concentration du produit, ainsi que le volume de chaque goutte soient bien connus. Les spores du champignon, obtenues dans des conditions bien contrôlées, en ce qui concerne la forme parfaite ou imparfaite du parasite, le milieu nutritif, l'âge, la température, la concentration et le stimulant, sont mises en suspension dans l'eau distillée, et ensuite disposées sur lames, portant la solution ou la poudre fongicide. Les lames sont alors placées dans des chambres humides, et maintenues à la température de 25°C pour la germination des spores.

Dans d'autres essais, les spores du parasite sont mises directement dans la solution des fongicides et des gouttes de cette suspension sont alors déposées sur les lames. Après 24 heures, on examine les lames sous le microscope, au plus faible grossissement, pour déterminer le pourcentage de germination des spores, par rapport à celles du témoin. On peut alors fixer le LD. 95 des divers produits essayés.

Technique de la méthode utilisée. — 1° Préparation du matériel. Tous les articles de verre utilisés, lames, porte-lames, chambres humides, tubes à essai, pipettes, etc., étaient traités d'abord par le mélange bichromate de potasse et acide sulfurique, rincés soigneusement quatre fois à l'eau courante et ensuite à l'eau distillée, pour enlever toute trace de chrome qui possède des propriétés fongistatiques ; la verrerie était ensuite conservée à l'abri de la poussière. Des lames de 7,5 cm de longueur étaient utilisées. Toute manipulation était faite avec des pinces afin que les doigts ne touchent pas les lames.

La tension superficielle des produits utilisés était suffisante pour que nous n'ayons pas à utiliser soit des substances spéciales pour couvrir les lames avant de poser les produits en solution (nitrocellulose) (25, 44, 45), (pyralin) (19), (lamelles)(59), soit des lames avec cavités (49), ou marquées de cercles de surface contrôlée (59). La surface occupée par le fongicide et la suspension des spores étaient bien définies. Le matériel utilisé ne possédait aucune propriété toxique ou stimulante (33). Les supports des lames étaient aussi en verre(2). Les chambres humides utilisées avaient 150 mm de diamètre. Après avoir déposé les gouttes de suspension des spores sur les lames ces dernières étaient mises en chambre humide.

En raison de la volatilité de certains produits, on ne peut expérimenter qu'un seul produit et à une concentration donnée dans la même chambre humide.

2° Application des fongicides.

a) Poudres. Nous n'avons pas utilisé les méthodes décrites par divers auteurs ; en effet, la poudreuse horizontale (12, 26, 28, 43) ne donne pas une précision relative suffisante pour une étude statistique, et avec le tour à sédimentation (2,41) l'opération est trop lente. De multiples facteurs peuvent être la cause de variations dans les essais : nature des surfaces, leur nettoyage, rapport des durées d'exposition, densité de la poudre, etc.

Pour déterminer la quantité de poudre à utiliser sur une surface donnée de lame, nous avons tenu compte de la quantité de poudre en fonction de la surface des graines. Par exemple : pour l'Œillette, il y a en moyenne 1 000 graines par centimètre cube (min. 970, max. 1 035) et leur surface totale est approximativement de 50 cm². Si l'on utilise 500 gr de fongicide en poudre pour un hectolitre de graines, il faut donc 5 mg par centimètre cube de graines (50 cm² de surface). Nous avons donc utilisé pour une surface de 50 cm² de lames :

3 mg de produit, correspondant à la dose de 300 g par hectolitre de graines
4 » » » » » » » » 400 g » » » »
5 » » » » » » » » 500 g » » » »

et ainsi de suite. Pour arriver à disperser uniformément le produit à la surface des lames, nous l'avons mélangé parfois avec du talc.

b) Solutions : Pour essayer des produits en solutions, nous avons fait une série des dilutions à 1/50, 1/100, 1/500, 1/1 000, 1/2 000 et 1/5 000 et pour les organomercuriques 1/10 000. Dans certains essais on a mélangé 2 cm³ de la solution avec un volume égal de la suspension de spores, puis après agitation on a déposé 6 gouttes du mélange sur une lame.

Dans d'autres essais, le mélange a été réalisé directement sur la lame en apportant à l'aide d'un compte-goutte, une goutte d'1/20 de cm³ de la solution du fongicide et, à côté, une goutte de la suspension de spores, puis en agitant avec une pipette.

3° Application du champignon.

Pour réduire le plus possible les variations dues à la germination des spores et homogénéiser les différents facteurs qui peuvent intervenir, nous avons appliqué la technique suivante : On cultive l'*Helminthosporium Papaveri* dans des tubes à essai inclinés, sur saccharose pomme de terre gélosé à la température de 25°C. Après trois repiquages successifs à intervalle de 7 jours, les conidies provenant de cultures âgées de 14 jours sont recueillies à l'aide d'une aiguille longue, lancéolée et courbée, sur toute la surface du milieu, après avoir ajouté quelques gouttes d'eau distillée. La suspension ainsi obtenue est passée dans un mélangeur broyeur pour permettre la libération des spores encore fixées sur leurs conidiophores. On filtre ensuite sur une mousseline et on centrifuge ; puis on décante et on élimine le liquide surnageant. On remplace ce dernier et répète

l'opération trois fois pour bien laver les spores. Dans le fond du tube, il reste alors des spores en suspension très denses et propres pour la germination.

Pour une concentration donnée de la solution fongicide, le pourcentage de germination dépend de la quantité des spores se trouvant dans la goutte. Le log. de la dose léthale 50, est en relation directe avec la densité en spores de la suspension, comme l'ont montré HORSFALL, HEUBERGER, SHARVELLE, HAMILTON, MCCALLAN et WELLMAN (28, 40). Il est donc absolument nécessaire de contrôler le nombre des spores dans la suspension.

Dans nos essais nous avons cherché à obtenir une suspension de 50 000 spores d'*Helminthosporium* par centimètre cube. Lorsque la suspension des spores devait être diluée par une quantité équivalente de la solution fongicide, il était nécessaire de préparer une suspension de 100 000 spores par centimètre cube.

Pour cela nous avons utilisé un hématimètre ou encore nous avons amené à 70 le nombre de spores dans le champ d'un microscope (15 × oculaire, 16 mm objectif) ce nombre correspondant à 100 000 spores par centimètre cube.

Dans le cas où le fongicide est essayé en poudre, il n'y a pas dilution de la suspension de spores et il faut la préparer directement à 50 000 spores par centimètre cube, ce qui correspond à 35 spores par champ du microscope. Pour l'essai des fongicides en poudre, la forme et le diamètre des gouttes doivent être constants. A l'aide d'une pipette nous avons obtenu des gouttes de 12 mm de diamètre et d'un volume de 0,05 cm^3 (soit 20 gouttes par centimètre cube). Nous avons fait tout notre possible pour maintenir la forme et le diamètre des gouttes constants.

La température pendant les essais était maintenue à 25°C, car il est connu qu'à cette température les conidies donnent le maximum de tubes germinatifs (voir les courbes de germination des conidies, fig. 10), et parce que la résistance des spores à un fongicide est plus grande à la température optimum (71).

La présence de divers produits nutritifs en quantités variables, provenant du milieu de culture, dans la suspension des spores est très souvent une source d'erreur (42, 49, 59). Pour éviter ces variations, S. E. A. MCCALLAN, F. WILCOXON, M. H. MOORE et H. B. S. MONTGOMERY (72, 49), préconisent une méthode d'obtention des spores dans le vide technique, mais nous pensons que la centrifugation est une méthode assez rapide et plus efficace. Mais quel que soit le mode d'obtention des spores, elles ne germent pas aisément dans l'eau distillée. Il est donc nécessaire d'aider leur pouvoir germinatif par un stimulant (22, 42, 49). Pour cela, nous avons utilisé de l'extrait d'orange ultra-filtré à 1 % ; le même jus conservé au frigidaire a servi pour tous nos essais. PETERSON (59) préconise l'emploi d'extrait de glucose de pomme de terre, tandis que GOLDSWORTHY et E. L. GREEN, ont utilisé le coenzyme R, le citrate de K ou de Na plus sucre, et le jus de carotte ; mais nous avons obtenu des résultats satisfaisants avec le jus d'orange.

L'emploi du stimulant augmente la résistance des spores vis-à-vis des

fongicides d'après DIMOND, E. ALBERT, J. HORSFALL, J. HEUBERGER et E. STODDART.

Malgré les précautions indiquées plus haut, la germination des spores présente une variation qui est peut-être due en partie à l'utilisation de lots de gélose d'âge ou d'origine différents. MARSH (44) indique que les sels provenant de la verrerie ont aussi une influence.

Nous avons fait plusieurs séries d'essais et plusieurs répétitions.

Résultats. — Après 24 heures d'incubation dans la chambre humide nous avons observé le pourcentage de germination au centre de chaque goutte avec un microscope à gr 100 ×. La liste des produits utilisés et les résultats obtenus figurent dans le tableau qui suit à la première colonne (inhibition des spores ; pourcentage par rapport à la germination au témoin). Les courbes de toxicité sont représentées dans le graphique (fig. 12 et 13).

FRANC WILCOXON et S. E. A. MCCALLAN (72), ainsi que TREVANT (67) ont montré que si on trace sur un papier de probabilités logarithmiques, la courbe de toxicité, la distribution des doses léthales individuelles peut être symétrique avec le logarithme de ces doses. Nous ne voulons pas approfondir les résultats donnés par la comparaison des courbes obtenues, car ce n'est pas notre but. D'ailleurs, au point de vue pratique, les essais par ces méthodes « in vitro » ne nous donnent qu'un aperçu général pour la détermination des fongicides efficaces sur les graines d'Œillette. Ces essais permettent surtout l'étude des différences à l'intérieur des groupes de produits et permettent de contrôler l'efficacité de différentes fabrications d'un produit. Cependant cette méthode nous a permis de distinguer l'action fongicide des différents produits utilisés. Nous avons essayé une grande quantité de substances chimiques parmi lesquelles plusieurs n'ont pas montré d'action fongicide vis-à-vis de l'*Helminthosporium papaveri*.

Comme unité de comparaison nous avons utilisé le L. D. 95, c'est-à-dire la dose du produit qui détruit ou empêche la germination de 95 % des spores (28, 39, 40, 41). Pour quelques produits nous avons calculé la quantité théorique du métal nécessaire pour inhiber la germination de 95 % des spores de l'*Helminthosporium papaveri*.

Ténacité des fongicides utilisés : le pouvoir d'un fongicide de résister aux conditions climatiques, pluie, vent, etc... a une grande importance pour son emploi ; par des méthodes standard on a réussi (24) à trouver l'indice de ténacité de ces produits qu'on exprime souvent comme : la relation entre le LD 50 d'une surface après traitement, par rapport au LD 50 de la même surface mouillée après traitement. Pour la désinfection des semences de l'Œillette cela n'a pas une grande valeur, les graines étant mouillables par les solutions. Pour les poudres, il n'y avait pas aussi d'inconvénients car les produits à utiliser étaient mélangés avec une certaine quantité de talc dans le cas où la poudre ne couvrait pas bien les graines. Nous avons signalé d'ailleurs que la structure de la surface des graines d'Œillette, ainsi que leur teneur en graisse, favorisent

la ténacité des poudres et permettent qu'elles restent à la surface jusqu'à la germination des semences.

Deuxième stade d'essais au laboratoire (interaction parasite-fongicide-hôte). — Les produits retenus à la suite des microessais ont été expérimentés pour désinfecter les graines au laboratoire.

Principes de la méthode utilisée. — Les graines contaminées naturellement ou artificiellement par le parasite, désinfectées ensuite par le produit à examiner, sont placées dans des endroits stériles et humides. Au bout de 5 à 7 jours l'absence ou la présence d'une colonie autour d'une graine révèle l'efficacité ou non du produit fongicide.

La germination de la graine, d'autre part, ainsi que l'aspect général de la radicule et de la tigelle nous permettent d'estimer la toxicité du produit vis-à-vis de la germination des graines.

Technique de la méthode utilisée. — 1° Contamination des graines. On prépare une suspension des spores à partir d'une culture ou encore des tiges et capsules infectées. Cette suspension contient donc des conidies, des ascospores et des chlamydospores. On trempe les graines à contaminer dans cette suspension, puis on les fait sécher sur du papier filtre où passe un courant d'air chaud pendant quelques minutes.

2° Désinfection des graines. Pour essayer les fongicides en poudre on mélange 0,5 gr du produit pur, ou avec du talc, à 5 gr de graines contaminées et on calcule la quantité retenue sur les graines par différence avec le poids du produit qui reste dans le récipient. On a pu ainsi préciser la ténacité de différentes poudres. Nous avons utilisé le talc pour diluer la substance active.

Pour expérimenter les produits en solution on trempe les graines contaminées pendant 5 à 30 minutes dans des solutions dosées de 1/50 à 1/10 000.

On a observé une durée variable entre la désinfection et le semis.

3° Etude de l'action des produits. Pour juger l'état sanitaire des graines après ces traitements, nous avons utilisé plusieurs méthodes ; en particulier celle de Doyer, qui consiste à placer les graines sur du papier filtre mouillé et stérile dans les boîtes de Pétri et à observer si au bout de 4 à 6 jours des colonies du parasite se développent autour des graines, ou encore la méthode de Muskett où les graines sont placées sur un milieu nutritif gélosé.

a) Technique de la méthode par milieu nutritif.

Les semences traitées sont bien mélangées et une quantité prise au hasard est placée dans un verre de montre stérile, puis 40 graines sont placées à la surface d'un milieu aseptique contenant 2 % d'extrait de malt, et 1,5 % de gélose, à pH 6,5, dans une boîte de Pétri.

Les graines sont prélevées avec une pince souple qu'on flambe avant de passer à un nouveau produit ou toutes les 10 graines s'il s'agit du témoin. Pour chaque produit, nous avons préparé 12 boîtes, ce qui correspond à 480 graines.

Les boîtes ainsi préparées sont mises dans une étuve à 22°C. Cette étuve

aura été stérilisée auparavant par des vapeurs de formaldeyde obtenues en mélangeant du formol du commerce et du permanganate de potassium afin d'empêcher des contaminations par des *Penicillium*, *Neurospora* ou autres moisissures.

On examine 6 jours plus tard les boîtes de Pétri à l'œil nu ; si on observe des colonies de champignons, on fait alors un examen microscopique à la loupe binoculaire pour préciser s'il s'agit de l'*Helminthosporium papaveri*. En effet, on peut ainsi mettre en évidence les fructifications de ce parasite qui apparaissent dès le troisième jour de l'incubation. Leur aspect est représenté par la figure 2. Le nombre des colonies typiques dues au champignon parasite, indique l'efficacité du produit utilisé (fig. 14, 15).

Les variations observées à chaque répétition de l'expérience étaient très faibles. Les témoins non contaminés nous ont donné toujours des colonies sur 40 à 50 % des graines.

b) Technique de la méthode sur papier filtre.

Dans cette méthode, on remplace dans les boîtes de Pétri le milieu nutritif par deux feuilles de papier filtre. On stérilise. Au moment de l'emploi, on mouille le papier filtre à l'aide d'une pipette avec de l'eau distillée et on applique l'une des feuilles du papier filtre au fond de la boîte et l'autre sous le couvercle. On opère ensuite comme dans la méthode sur milieu nutritif, mais ici les colonies du champignon se développent plus lentement et prennent un développement moins grand.

Résultats. — Les résultats obtenus pour chaque produit sont donnés dans le tableau page 48 à 52. Ils indiquent le pourcentage de germination des graines, le nombre de colonies pour 100 graines à la levée et les fontes des semis ultérieures. Ces résultats feront plus tard l'objet d'une discussion.

Essais en serre. — Les produits qui dans les essais précédents se sont montrés actifs sur le parasite et non toxiques sur la graine ont été expérimentés en serre pour le traitement des semences. Certains autres qui dans les essais précédents se sont montrés inactifs ou toxiques pour les graines ont été éliminés.

Technique. — Les graines infectées puis traitées ont été semées au nombre de 100 dans des terrines de 25 × 25 cm. Pour chaque produit, on a fait quatre répétitions et on a comparé à des témoins non traités. Le pourcentage de germination des graines a été établi pendant les douze premiers jours et on a noté le nombre de jeunes plantes atteintes par la « fonte de semis ».

Résultats. — Les résultats concernant le pourcentage de germinations des graines et des fontes de semis sont donnés dans le tableau page 48 à 52.

Essais aux champs. — Des essais de désinfection des semences faits au champ sur une surface de deux ares au cours de l'année 1949 n'ont pas permis d'obtenir de résultats significatifs parce que la sécheresse exceptionnelle du printemps a entraîné une mauvaise levée.

Résultats des essais de désinfection.

Produits (Pourcentage du fongicide actif dans le produit utilisé)	Mode d'emploi	Doses d'emploi	*Essais I au labor.* Pourcentage d'inhibition des spores	*Essais II au laboratoire* — *Méthodes* — sur papier filtre — Nombre de colonie pour 100 graines	Sur milieu nutritif — 1 Germination pour 100 graines	2 Nombre de colonies pour 100 graines	3 Fontes des semis ultérieurs pour 100 graines	*Essais III en serre* — 1 Pourcentage de germinations sur terrines	2 Fonte des semis pour 100 graines sur terrines
Témoin sain.				35	98	40	40	88	32
Témoin infecté, non traité.				99	86	99	86	12	12
Oxyde jaune cuivreux à 50 % de cuivre.	poudre	100 gr. par hect.	25	95	84	95	81	63	60
		200 gr. » »	32	95	78	95	75	62	60
		300 gr. » »	37	95	50	95	46	52	47
		400 gr. » »	49	91	11	92	11	9	9
Chlorures cuivreux et cuivrique à 37 % de cuivre.	poudre	100 gr. » »	22	97	85	98	84	80	80
		200 gr. » »	27	95	70	95	78	76	76
		300 gr. » »	36	90	47	91	44	38	35
Sulfate de cuivre cristallisé. Poudrage :	poudre à 30 %	100 gr. » »	29	93	96	94	96	87	87
		200 gr. » »	38	87	80	86	79	78	76
		300 gr. » »	43	80	57	85	50	50	47
Trempage 20 minutes :	solution	0,1 pour 100 »	34	90	89	91	88	85	83
		0,5 pour 100 »	49	78	87	81	85	84	82
		1 pour 100 »	73	62	90	67	54	89	56
		1,5 pour 100 »	87	47	90	49	38	89	41
		2 » »	92	16	85	17	18	90	15
Oxychlorure de cuivre à 57,8 % *Cu* métal.	poudre	100 gr. par hect.	28	93	85	94	80	65	60
		200 gr. » »	37	90	80	90	71	67	59
		300 gr. » »	61	75	72	77	58	76	53
Carbonate de cuivre à 58,2 % de *Cu* métal.	poudre	100 gr. par hect.	30	89	90	90	78	85	80
		200 gr. » »	63	50	92	51	44	85	46

Carbonate de cuivre à 58,2 % de *Cu* métal		300 gr. » »	78	28	89	27	29	86	28
		400 gr. » »	84	14	85	14	12	85	10
		500 gr. » »			60		10	59	10
Soufre micronisé pur.	poudre	300 gr. » »	37	89	83	88	78	81	76
		500 gr. » »	56	77	87	78	82	80	75
		800 gr. » »	68	61	85	62	80	81	77
		1 kgr. » »	73	57	85	58	79	83	77
Soufre mouillable, en trempage.	suspension	0,5 pour 100	27	85	93	87	85	60	56
		1 » »	30	81	93	80	85	64	60
		1,5 » »	45	80	92	80	86	62	57
Thio-urée technique (trempage 30 m.).	solution	0,05 pour 100	37	79	91	80	68	87	68
		0,1 » »	49	72	91	75	65	87	70
		0,2 » »	73	23	95	25	24	90	27
		0,5 » »	88	19	94	18	21	93	22
Bisulfure de tétraméthylthiurame à 50 % de produit actif.	poudre	100 gr. par hect.	27	78	87	78	71	81	73
		300 gr. » »	41	73	89	75	70	83	75
		500 gr. » »	50	66	88	75	72	80	70
		800 gr. » »	65	65	89	68	68	86	68
Sel de fer de l'acide dithiocarbamique à 76 % de produit actif.	poudre	300 gr. » »	45	72	89	77	76	87	73
		500 gr. » »	89	49	90	47	44	92	45
		700 gr. » »	94	8	90	9	10	90	7
Éthylène-bisdithiocarbamate de sodium à 8 % du produit pur. Poudrage :	poudre	300 gr. » »	19	87	89	89	78	94	71
		600 gr. » »	46	78	89	80	76	88	60
		900 gr. » »							
(Trempage 30 min :	suspension	0,05 pour 100	28	88	85	89	80	79	75
		0,1 » »	35	80	87	82	89	89	70
		0,5 » »	47	77	87	80	70	78	60
Hexachlorobenzène à 50 % du produit actif.	poudre	100 gr. par hect.	14	95	89	99	86	75	72
		300 gr. » »	20	98	87	99	87	74	70
		500 gr. » »	30	94	88	97	85	78	65
		700 gr. » »	36	92	88	92	84	74	66
Trichlorodinitrobenzène à 20 % du produit actif.	poudre	200 gr. par hect.	19	90	89	91	85	83	75
		400 gr. » »	30	81	88	82	87	84	70
		600 gr. » »	58	68	91	65	72	72	53
Hexachlorobenzène à 30 % du produit actif.	poudre	100 gr. » »	15	99	90	99	90	70	68
		200 gr. » »	19	95	91	95	91	70	65
		500 gr. » »	25	94	92	94	92	72	65

Résultats des essais de désinfection *(suite)*.

Produits (Pourcentage du fongicide actif dans le produit utilisé)	Mode d'emploi	Doses d'emploi	*Essais I au labor.*	*Essais II au laboratoire* — *Méthodes*				*Essais III en serre*	
				sur papier filtre	Sur milieu nutritif			1	2
			Pourcentage d'inhibition des spores	Nombre de colonies pour 100 graines	1 Germination pour 100 graines	2 Nombre de colonies pour 100 graines	3 Fontes des semis ultérieurs pour 100 graines	Pourcentage de germinations sur terrines	Fonte des semis pour 100 graines sur terrines
Bromure de lauryl-isoquinoléine (trempage 30 min.) 20 % produit actif.	solution	0,01 pour 100	28	89	89	92	87	82	80
		0,05 » »	35	89	82	92	85	84	75
		0,1 » »	47	72	89	80	75	89	78
		0,2 » »	58	70	90	75	67	89	70
Orthooxyquinoléine technique (trempage 30 min.).	solution	0,01 » »	28	40	89	45	35	87	30
		0,05 » »	53	22	89	25	30	85	21
		0,1 » »	87	10	88	14	14	89	12
		0,2 » »	92	4	90	7	6	38	4
Sulfate neutre d'orthooxyquinoléine technique.	poudre	100 gr. par hect.	35	30	89	34	30	89	25
		200 gr. » »	70	13	90	18	12	90	10
		300 gr. » »	89	6	92	8	7	90	4
		500 gr. » »	94	4	93	3	3	91	2
		600 gr. » »	95	1	94	1	1	91	1
Orthooxyquinoléinate de cuivre à 18 % de cuivre.	poudre	200 gr. » »	78	16	89	15	12	85	10
		300 gr. » »	90	3	91	3	4	89	4
		500 gr. » »	95	0	93	1	1	92	1
		600 gr. » »	99	0	94	8	0	92	0
Éthylxanthate de zinc à 10 % du produit actif.	poudre	100 gr. » »	25	85	88	89	82	80	72
		300 gr. » »	35	80	85	82	39	91	30
		600 gr. » »	57	54	89	66	25	89	14
		800 gr. » »	60	40	91	40	15	92	14
Trioxyméthylène à 94 % du produit actif.	poudre	100 gr. par hect.	22	89	85	89	78	83	63
		300 gr. » »	40	75	89	78	74	75	46
		500 gr. » »	53	43	88	47	65	78	48
		700 gr. » »	75	12	82	16	55	80	57
Formol (à 35 % d'aldéhyde) (trempage 20 min.).	solution	0,2 pour 100	70	25	88	27	20	89	25
		0,3 » »	80	16	89	15	12	86	8

Formol (à 35 % d'aldéhyde). (Trempage 20 mim.).		0,5 » »	89	13	90	12	10	88	6
		0,6 » »	90	10	71	11	5	70	3
		0,8 » »	94	7	60	6	5	59	3
		1 » »	95	3	52	3	2	50	1
(Trempage 35 min.).	solution	0,1 » »	78	26	89	29	25	88	20
		0,3 » »	86	15	90	14	11	85	7
		0,6 » »	92	12	80	9	9	80	2
		0,8 » »	94	6	65	6	5	61	1
		1 » »	95	2	53	3	3	52	0
(Trempage 45 min.).	solution	0,2 » »	81	20	89	22	20	90	16
		0,3 » »	86	11	88	13	9	88	5
		0,5 » »	92	7	90	8	2	88	0
		0,7 » »	95	2	63	2	1	60	3
		1 » »	99	1	51	1	3	48	7
Acide salicylique technique (trempage 30 min.).	solution	0,1 » »	25	96	89	98	89	88	79
		0,2 » »	28	92	87	95	85	88	76
Tétrachloroparabenzoquinone à 50 % du produit actif.	poudre	100 gr. par hect.	80	10	88	11	2	88	4
		200 gr. » »	95	0	50	0	0	47	0
		400 gr. » »	99	0	21	0	0	10	0
		600 gr. » »	99	0	0	0	0	0	0
Chlorure de méthoxyéthylmercure à 3,5 % de Hg.	poudre à 30 %	200 gr. » »	40	25	88	28	30	88	28
		400 gr. » »	62	20	84	21	24	80	14
		600 gr. » »	89	14	75	14	10	72	10
Chlorure mercurique pur.	solution	0,01 pour 100	28	28	88	30	6	87	7
		0,05 » »	49	19	80	21	2	78	1
		0,1 » »	78	6	70	9	0	70	0
		0,2 » »	92	2	49	5	0	51	0
Silicate de méthoxycthyl-mercure à 1,5 % de Hg.	poudre	100 gr. par hect.	89	3	85	5	3	84	2
		200 gr. » »	95	0	83	0	0	80	0
		400 gr. » »	99	0	41	0	0	36	0
Hydroxyde d'éthyl-mercure à 0,8 % de Hg.	solution huileuse	0,01 pour 100	90	10	88	13	10	89	12
		0,02 » »	98	0	92	0	0	94	0
		0,05 » »	99	0	88	0	0	89	0
		0,1 » »	99	0	78	0	0	79	0
Lactate de phényl mercure-triéthanoammonium à 55 % de Hg.	solution	0,01 pour 100	80	15	89	17	8	90	1
		0,02 » »	95	12	90	11	6	88	0

Résultats des essais de désinfection *(suite)*.

Produits (Pourcentage du fongicide actif dans le produit utilisé)	Mode d'emploi	Doses d'emploi	*Essais I au labor.*	*Essais II au laboratoire*				*Essais III en serre*	
				Méthodes					
				sur papier filtre	sur milieu nutritif				
					1	2	3	1	2
			Pourcentage d'inhibition des spores	Nombre de colonies pour 100 graines	Germination pour 100 graines	Nombre de colonies pour 100 graines	Fontes des semis ultérieurs pour 100 graines	pourcentage de germinations sur terrines	Fonte des semis pour 100 graines sur terrines
		0,05 » »	98	5	80	3	0	72	0
		0,1 » »	99	0	52	0	0	50	0
Crésolate de cyanomercurisodium.	poudre	100 gr. par hect.	90	8	85	9	4	89	3
		200 gr. » »	92	6	78	8	3	75	3
		500 gr. » »	99	0	52	0	0	48	0 0
		700 gr. » »	99	0	0	0	0	0	
Chlorure de mercurimétoxyéthane à 9,3 % de Hg.	poudre	100 gr. » »	85	8	87	10	11	86	9
		150 gr. » »	94	0	75	0	0	73	0
		200 gr. » »	99	0	57	0	0	53	0 0
		300 gr. » »	99	0	11	0	0	9	0
Iodure d'éthoxybutylmercure + chlorure d'éthoxypropylmercuré 2,3 de Hg.	poudre	50 gr. » »	85	18	89	19	3	88	0
		100 gr. » »	90	2	74	2	0	70	0 0
		150 gr. » »	99	0	55	0	0	79	0 0
		200 gr. » »	99	0	10	0	0	16	0
Chlorure de méthoxyéthylmercure à 3,5 de Hg.	poudre	50 gr. » »	85	19	91	19	7	90	1
		100 gr. » »	93	4	82	7	0	83	0
		150 gr. » »	95	0	70	0	0	62	0 0
		200 gr. » »	99	0	41	0	0	32	0
Acétate de phénylmercure + chlorure d'éthylmercure à 2 % de Hg.	poudre	50 gr. » »	75	25	89	27	8	87	6
		100 gr. » »	85	15	90	16	2	87	0 0
		200 gr. » »	95	2	88	4	0	85	0 0
		300 gr. » »	99	0	68	0	0	70	0
Ortho-dinitrocrésol (trempage 30 min.).	solution	0,01 pour 100	22	99	89	99	77	88	70
		0,1 » »	36	85	82	87	71	82	66
		0,3 » »	39	82	71	83	53	74	46

Discussion des résultats. — Les différentes méthodes utilisées nous ont permis de constater l'interaction entre les produits utilisés, le parasite et les graines. L'efficacité des produits pour la destruction du parasite mise en évidence par le pourcentage de l'inhibition des spores, ainsi que par l'absence de taches fongiques sur le milieu nutritif autour d'une graine, et l'étude de la toxicité des produits sur la germination des graines nous ont permis de déterminer la valeur du produit.

L'utilisation de différentes doses d'un même produit nous a donné souvent la limite de son usage comme fongicide. Des doses fortes empêchant la germination des graines ou déterminant les brûlures des plantules et de leurs radicules, se sont révélées toxiques.

Nous allons passer en revue les différents produits utilisés pour montrer leur efficacité.

1° Parmi les sels de cuivre que nous avons utilisés, c'est le carbonate de cuivre en poudre qui nous a donné les résultats les plus satisfaisants à la dose de 400 gr par hectolitre de graines. Des doses moins fortes se sont révélées inefficaces dans les essais en serre et dans ceux au laboratoire ; les doses plus fortes se sont montrées toxiques pour la germination des semences. Les chlorures cuivreux et cuivrique utilisés en poudre se sont montrés inefficaces. Le chlorocuivre n'est pas plus actif malgré sa ténacité remarquable. Des sulfates de cuivre contenant : 30 % ou 8 % de Cu sont toxiques pour les graines en germination à partir de solutions à 0,5 %. L'emploi de chaux en poudre après un trempage de 20 minutes est à indiquer. Bien que tous ces composés couvrent très facilement la surface des graines, leur toxicité pour le champignon n'est pas suffisante. Utilisés à des doses permettant la germination des graines, les spores du parasite survivantes sont nombreuses, comme cela a été montré dans les microessais. Dans les boîtes de Pétri les colonies fongiques se développent constamment après traitement.

2° Le soufre utilisé sous diverses formes en poudre ou en suspension colloïdale (soufre micronisé et soufre mouillable) n'a pas donné de bons résultats. Nous l'avons utilisé à de fortes doses jusqu'à 15 kg par hectolitre de graines et les taches du parasite dans les boîtes de Pétri étaient toujours abondantes. L'inhibition des spores était très faible.

3° Fongicides organiques soufrés.

La thiourée joue un rôle fongistatique car les taches fongiques dans les boîtes de Pétri apparaissent assez tard, mais elles arrivent à détruire les jeunes plantes. Dans les terrines les fontes sont aussi tardives. Son action est en général insuffisante.

Le bisulfure de tétraméthylthiurame ne convient pas, son action étant presque nulle même à la dose de 800 gr par hectolitre.

Le sel de fer de l'acide dithiocarbamique est le plus efficace de tous les composés organiques soufrés. Il possède une grande ténacité et couvre très bien les graines d'Œillette ; il protège bien jusqu'à la germination et même à la dose de

700 gr par hectolitre il n'a pas montré une grande toxicité pour l'embryon. A cette dose le pourcentage de l'inhibition des spores monte à la D. L. 95.

Par contre l'éthylène dithiocarbamique de sodium utilisée en poudre jusqu'à 900 gr par hectolitre, ou en solution jusqu'à 5 % ne nous a pas donné de résultats satisfaisants.

4° Parmi les dérivés du Benzène utilisés, ni le trichlorodinitrobenzène, ni l'hexachlorobenzène ne se sont montrés efficaces contre le champignon ; dans les boîtes de Pétri et dans les terrines ils ont une action nulle.

5° Le bromure de lauryl-isoquinoléine qui était le seul sel d'ammonium quaternaire utilisé, n'a montré aucune efficacité ni en microessais, ni en serre.

6° Les dérivés de la quinoléine : dans ce groupe nous avons trouvé un des meilleurs désinfectants pour l'*Helminthosporium Papaveri* : c'est l'ortho-oxyquinoléinate de cuivre ; utilisé en poudre ce produit donne les meilleurs résultats à la dose de 600 gr par hectolitre de graines. L'inhibition des spores à cette dose dépasse 96 %. Aucune toxicité contre les graines n'a été relevée. Des graines désinfectées par ce produit et ensemencées 10 mois après leur traitement conservent leur pouvoir germinatif. Le sulfate neutre d'orthooxyquinoléine a donné des résultats assez satisfaisants mais pas aussi nets que le précédent. Enfin l'orthooxyquinoléine pure utilisée en solution ne s'est pas montrée aussi efficace que ses sels.

7° Composés quinoniques : Nous avons utilisé la tétrachlorobenzoquinone qui s'est révélée très toxique pour les graines même à des doses très basses.

8° L'éthyl de xanthate de zinc est insuffisant pour inhiber les spores et protéger les graines dans les doses utilisées.

9° Les organomercuriques sont en général très toxiques. Produits en poudre : *a*) l'éthyl-chlorure de mercure très actif contre le parasite est aussi toxique pour les graines ;

b) le sodium-cyano-mercuri-créosolate est plus toxique que le précédent ;

c) le chlorure de mercurimétoxyéthane est encore plus toxique ;

d) l'iodure d'éthoxybutul mercuré + chlorure d'éthoxyprosul mercuré n'est pas utilisable même à des doses très petites à cause de sa toxicité ;

e) le chlorure d'alcoxy-alkymercure moins toxique que le précédent est à peine utilisable à la dose de 100 gr par hectolitre de graines ;

f) l'acétate de phénylmercure + chlorure d'éthylmercure moins toxique que les produits mercuriques cités jusqu'ici nous a donné de bons résultats à la dose de 200 gr par hectolitre de graines, dose à laquelle l'inhibition des spores monte à la D. L. 95 et où le produit n'est pas toxique pour les graines. Comme ce produit au-dessus de la dose de 200 gr devient toxique, nous ne conseillons pas son utilisation.

Solutions : l'unalcoylthydroxymercure a donné de très bons résultats à la dose de 0,02 %. L'inhibition des spores est complète et le produit n'entrave pas la germination des graines dans les boîtes de Pétri et les terrines. Mais à partir de 0,05 % il devient toxique pour les graines d'Œillette.

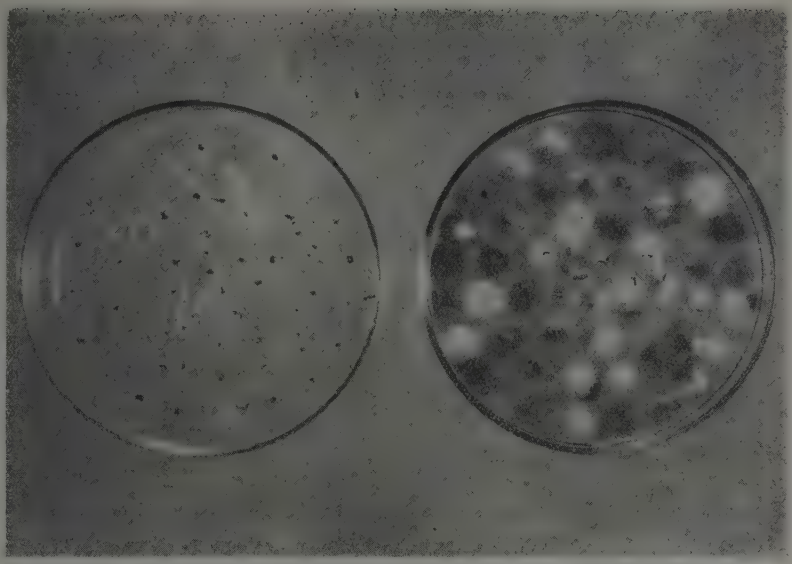


FIG. 14. — Efficacité des divers produits chimiques.

A droite : Traitement des graines infectées par chlorocuivre (poudrage à la dose de 300 gr pour 100 kg) efficacité nulle.

A gauche : Traitement des graines infectées, par l'orthooxyquinoléate de cuivre (poudrage à la dose de 600 gr pour 100 kg des graines) efficacité très bonne. (Photo Mme R. HACCARD).

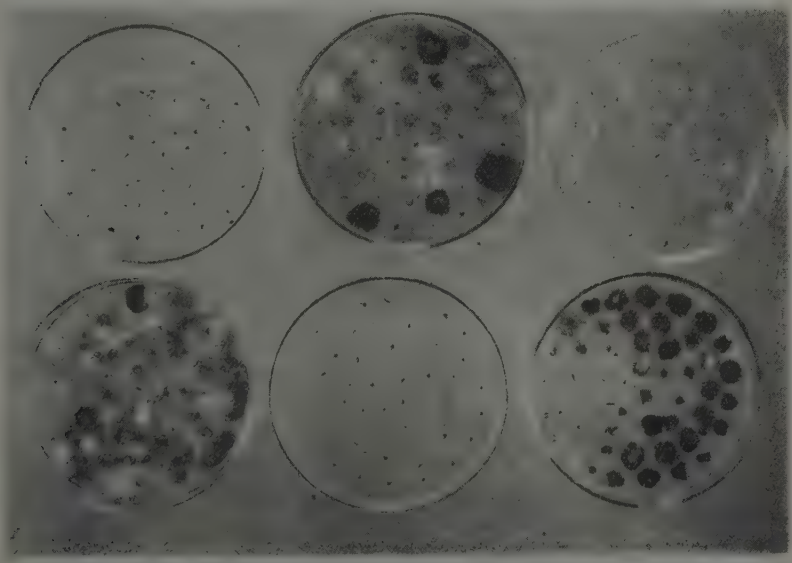


FIG. 15. — Efficacité des divers produits chimiques.

Par contre le lactate de phénylomercure-triéthanoammonium ne nous a pas donné des résultats très nets au cours des microessais. Sur les terrines au contraire, il s'est montré assez efficace. Cette irrégularité est due peut-être à ce que ce produit se dissout facilement.

10° Les produits mercuriques minéraux utilisés étaient insuffisants à doses faibles pour détruire le champignon et toxiques pour les graines à doses plus fortes sans un intermédiaire satisfaisant.

11° Le trioxyméthylène utilisé à 100 gr. jusqu'à 700 gr a montré une efficacité nulle.

12° Le formol du commerce utilisé en solution de 0,1 % à 1 % par trempage pendant 20, 35 et 45 min. s'est montré insuffisant aux doses faibles et toxique pour les solutions concentrées. Les résultats les plus satisfaisants ont été obtenus pour la dose de 0,5 % et un trempage de 35 min.

L'acide salycilique et le dinitrocrésol ont été abandonnés dès le début des essais. Ils se sont révélés complètement inactifs sur le champignon.

Conclusions. — L'orthooxyquinoléinate de cuivre utilisé en poudre à la dose de 600 gr par hectolitre des graines d'Œillette s'est révélé le meilleur des produits utilisés pour la désinfection des semences. L'inhibition des spores du champignon parasite est complète et aucune toxicité pour la germination des graines n'a été observée même après un an de traitement. Le sel de fer de l'acide dithiocarbamique grâce à sa grande ténacité convient aussi à la désinfection des graines à la dose de 700 gr par hectolitre, mais il est moins efficace que le précédent.

L'unalcoylthydroxymercure est le meilleur des produits utilisés en solution et le moins toxique de tous les organomercuriques pour la germination des graines. Il convient très bien à la désinfection des semences à la dose de 0,02 %.

Les sels de cuivre, le soufre, les dérivés du benzène, etc... se sont montrés insuffisants. La plupart des organomercuriques d'ailleurs sont très efficaces contre le parasite, mais leur toxicité pour l'embryon est telle qu'elle empêche leur utilisation.

RÉSUMÉ

L'Helminthosporiose de l'Œillette est la maladie la plus grave de cette plante oléagineuse. Elle détruit souvent des plantations entières dans toute l'Europe et l'Asie.

Une étude biologique a permis de préciser les altérations de la plante malade et l'évolution de la maladie ainsi que les agents qui les favorisent. D'autre part, par l'étude du parasite nous avons pu déterminer le mode d'infection, la transmission et la conservation du champignon d'une année à l'autre et trouver dans la désinfection des semences le meilleur mode de lutte contre l'*Helminthosporium papaveri* responsable de cette maladie.

Des essais de traitements ont été effectués dans ce sens.

Par des méthodes permettant de déterminer l'action fongicide des produits utilisés vis-à-vis du parasite, nous avons pu constater les doses léthales des produits pour les spores du champignon.

Après ces microessais, les produits actifs ont été utilisés pour désinfecter les graines contaminées naturellement et artificiellement par des méthodes permettant au laboratoire de contrôler l'efficacité du produit contre le champignon et sa toxicité pour la graine traitée.

Des essais en serre ont permis enfin de constater la valeur fongicide réelle des différents produits et d'en tirer des conclusions pratiques pour la désinfection des semences.

Reçu le 15 janvier 1951.

BIBLIOGRAPHIE

(1) American Phytopathological Society. Committee on Standardization of Fungicida Tests Definitions of fungicide terms. *Phytop.* 33 : 624-626. 1943.
(2) — The slide-germination method of evaluating protectant fungicides. *Phytopath.* 33 : 627-632. 1943.
(3) — Greenhouse method for testing dust seed treatments to control certain cerea smuts. *Phytopath.* 34 : 401-404. 1944.
(4) — Test tube dilution technique for use with the slide-germination method of evaluating protectant fungicides. *Phytopath.* 37 : 354-356. 1947.
(5) Barbacka (Krystuna). — Helminthosporiosis of cultivated poppy. *Mém. Inst. Nat. Polonais d'Econ. Rur. à Pulawy*, t. XVI, liv. I, Mém. No. 242, 1935.
(6) Berlese (A. N.). — Monografia dei generi. *Pleospora, Clathrospora* e *Pyrenophora*, 25-29. Firenze, 1888.
(7) Bliss (C. I.). — The calculation of the dosage-mortality curve. *Ann. App. Biol.* 22 : p. 134-167. 1935.
(8) Burnett (L. C.) and Reddy (C. S.). — Seed treatments and date of sowing experiments with six varieties of flax. *Phytopath.* 21, p. 985. 1931.
(9) Christoff (A.). — The pleospora disease of cultivated poppy. III + 99 pp., II pl. Sofia. 1930.
(10) Darpoux (H.). — Contribution à l'étude des maladies des plantes oléagineuses en France. *Ann. d. Epiphyties*, t. XI, fasc. 1-2, p. 71, 1945.
(11) Doyer (L. C.). — Manual for the determination of seed borne diseases. Wageningen, 1938.
(12) Doran (Wm. L.). — Effect of external and internal factors on the germinationof fungous spores. *Bull. Torr. Bot. Club* 49, 313-340, 1922.
(13) Drechsler (Ch.). — Some Graminocous species of Helminthosporium. *Journal of Agric. Research*, 24,8 : p. 641-739, 1923.
(14) Duggar (B. M.). — Physiological studies with reference to the germination of certain spores of the fungous. *Bot. Gaz.* 31 : p. 38-66, 1901.
(15) Eglits (M.). — Some diseases of flax and ffax seed desinfection experiments. *Pept. Latvian Inst. Plant Prot.* 1928-1929 (*Abstr. in R. A. M.* 9 : p 246, 1929).
(16) Ekstrand (H.). — En sjukdom pa Vallmo. *Växtskyddsnotiser Växtskyddsanst.*,Stockh. v. 4, p. 50-53, 1941.
(17) Ellis and Everhart. — Nurth American Pyrenomycetes. 345. Newfield, New Jersey, 1892.
(18) Eriksson (J.). — Die Pilzkrankheiten der Landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. 193. Leipzig, 1913.
(19) Frear (Donald E. H.). — Deposition and retention of sprays. III. Apparatus and methods of laboratory spraying. *Pennsylvania Agric. Exp. Sta. Bull.* 463 : p. 1-18, 1944.

(20) FRIES (El.). — Systema mycologicum. II : p. 503, 1829.
(20 *bis*) GASSNER (G.). — Der Einfluss des Standweite auf den Befall des mohns durch *Helminthosporium papaveri Hennig. NachrBl. dtsch. PflSch Dienst* (*Braunschw.*), T. 9, p. 119-123 1949.
(21) GIRZITSKA Mme (Z. K.). — Conidial stage of *Pleospora papaveracea. Proc. PanSoviet Congrès of Botanists in Leningrad in January* 1928, p. 172-173, 1928.
(22) GOLDSWORTHY (M. C.) and GREEN (E. L.). — Effect of low concentrations of copper on germination and growth of conidia of *Sclerotinia fructicola* and *Glomerella cingulata. Jour. Agric. Res.* (*U. S.*) 56, p. 489-505, 1938.
(23) HENNING (P.). — Krankheiten tropischer Nutzpflanzen. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten.* XVII : p. 280-286, 1907.
(24) HEUBERGER (J. W.). — A laboratory biological assay of tenacity of fungicides. *Phytopath.* 30 : p. 840-847, 1940.
(25) — and HORSFALL (J. G.). — Relation of particle size and color to fungicidal and protective value of cuprous oxides. *Phytop.* XXIX, 4, p. 303-321, 1939.
(26) HORSFALL (J. G.). — Biological assay of protective fungicides. *Chronica Bot.* 6 : p. 292-294, 1941.
(27) — Fungicides and their action 239 p. Waltham, 1945.
(28) — HEUBERGER (J. W.), SHARVELLE (E. G.), and HAMILTON (J.). — A design for laboratory assay of fungicides. *Phytopath.* 30 : p. 545-563, 1940.
(29) ITO (S.). — On some new ascigerous stages of the species of *Helminthosporium* parasitic on cereals. *Proc Imper. Acad., Tokyo*, VI, 8, p. 352-355, 1930.
(30) KHRISTOV (A.). — Fungi causing spots on the balls, and moulding the seed of Opium Poppy. *J. Agric. Exp. Sta. Bulgar.* XIII, 1-2, p. 13-19, 1943.
(31) KRAFFT (G.). — Die Pflanzenbaulehre. 96. Berlin, 1918.
(32) LINDAW. — Cryptogamen Flora, t. IX, p. 151.
(33) MCCALLAN (S. C.A.). — Methods of testing protective fungicides in the laboratory. Mimeo. report submitted to the Amer. Phyt. Society, Committee on standardization on fungicides tests, december 1938.
(34) — (Studies on fungicides. II Testing protective fungicides in the laboratory. New-York (Cornell) *Agr. Exp. Stct. Mem.*, 128 : 8-24, 1930.
(35) — Outstanding diseases of agricultural crops and uses of fungicides in the U. S. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 14 : p. 105-115, 1946.
(36) — The identity of *Alternaria* and *Macrosporium* cultures used for slide-germination tests of fungicides. *Cont. Boyce Thompson Inst.* 14 : p. 323-324, 1946.
(37) — Bioassay of Agricultural Fungicides. *Boyce Thomson Inst. Agrical. Chemicals* v. 2, No. 4, p. 23-34, 1947.
(38) — What every dealer should know about fungicides. *Agric. Chemicals.* 3 (7) : p. 23-25, 1948.
(39) — and WELLMAN (R. H.). — Cumulative error terms for comparing fungicides by established laboratory and Greenhouse methods. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 13, p. 135-141, 1943.
(40) — and WILCOXON (Fr.). — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. III. Slope of toxicity curves, replicate tests, and fungi. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 12 : p. 49-77, 1941.
(41) — The different toxicity ratings of compounds by different fungi and experiments in spore germination tests of fungicides. *Phytopath.* 31, p. 16, 1941.
(42) — and WILCOXON (Franc). — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. I. Methods of obtaining spores. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* II, p. 5-20, 1939.
(43) — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. II. Methods of spraying. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* II : p. 309-329, 1940.
(44) MARSH (R. W.). — Nots on a technique for the laboratory evaluation of protective fungicides. *Trans. Brit. Mycol. Soc.* 20 : p. 304-309, 1936.
(45) MARTIN (Hub.). — The significance of the bioassay in studies of fungicidal actio. *Ann. App. Biol.* 29 : p. 326-328, 1942.
(45 *bis*) MEFFERT (Maria E.). — Zur Geschichte der Helminthosporiose des Oemohns *NachrBl. dtsch. PflSch Dienst, Berl.*, N. F., 3, 5-6 p. 104-106, 1949.
(46) MILLER (Harold J.). — A comparison of laboratory and field retention and protective value of certain copper fungicides. *Phytopath.* 33 : 899-909, 1943.
(47) — The use of *Venturia inaequalis* and *Sclerotinia fructicola* with pure stimulants in slide-germination tests of fungicides. *Phytopath.* 34 : p. 1109, 1944.
(48) — Modifications of the slide-germination method of evaluating fungicides inclu-

ding the use of *Venturia inaequalis* and *Phytophthora infestans*. *Phytopath.* 39 :p. 245-259. 1949.
(49) Montgomery (H. B. S.) and Moore (M. H.). — A laboratory method for testingthe toxicity of protective fungicides. *Jour. Pomol. and Hort. Sci.* 15, 253-266, 1938.
(50) Muskett (A. E.). — A study of the epidemiology and control of *Helminthosporium* disease of Oats. *Ann. Bot., Lond., N. S.* 1, 4, p. 763-784, 1937.
(51) — Biological techniques for the evaluation of fungicides I. The evaluation of seed disinfectants for the control of *Helminthosporium* disease of oats. *Ann. Bot. n. s.* 2 : p. 699-715, 1938.
(52) — Technique for the examination of seeds for the presence of seed-borne fungi. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, v. 30, p. 74-83, 1948.
(53) — and Colhoun (J.). — Biological techniques for the evaluation of fungicides. II. The evaluation of seed disinfectants for the control of seed borne diseases of flax. *Ann. Bot. n. s.* 6 : p. 217-227, 1942.
(54) — The prevention of seed-borne diseases of flax by seed disinfection. *Ann. App. Biol.* 30 : p. 7-18, 1943.
(55) — and Malone (J. P.). — The Ulster method for the examination of flax seed for the presence of the seed-borne parasites. *Ann. App. Biol.* 28 : p. 8-13, 1941.
(56) Neergaard (P.). — 5 Aarsberetning fra J. E. Ohlsens enkes Plantepatologiste laboratorium April 1939-Marts 1940.14.1940.
(57) Nisikado (Y.). — Temperature relations to the Growth of Graminocolous species of *Helminthosporium*. *Berichte des Ohara Inst. f. Landw. Forschungen*. B. III, p. 3, 1927.
(58) Pape (H.). — Die wichtigern pflanzlichen Schädlinge unserer Olgewächse. *Deutsch. landwirtsch. Presse. Jahrg.* 46 : p. 467-469, 1919.
(59) Peterson (P. D.). — The spore-germination method of evaluating fungicides. *Phytopath.* 31 : p. 1108-1116, 1941.
(60) Reddick (Donald) and Errett (Wallace). — On a laboratory method of determining fungicidal value of a spray mixture or solution. *Science* 31, p. 798, 1910.
61) Reinmuth (E.). — Die parasitäre Blattdüre eine für den Mohnbau bemerkenswerte krankheit. *Angew. Bot.* XXIV, 3-4, p. 273-277, 1942.
(62) — Weitere Beobachtungen über die parasitäre Blattdüre des Olmohns. *Angew. Bot.* XXV, 3-4, p. 300-302, 1943.
(63) Saccardo (P. A.). — Sylloge fungorum (Pyrenomycetarum) V. II, p. 241, 243, 1883.
(64) — Sylloge fungorum (Hyphomycetarum) V. IV, p. 489, 1886.
(65) Sawada (K.). — Taiwan Hakubutsu Gakkwai Kwaihô No. 31, p. 129, t. 6, XII, 1917.
(66) Sorauer (P.). — Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 346, 1886.
(67) Trevan (J. W.). — The error of determination toxicity. *Roy. Soc. Proc. Lond.* (B) 101 : p. 483-514, 1927.
(68) Van Poeteren (N.). — Report on the activities of the Phytopathological service in the year 1927. *Versl. en Mended. Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen* 55,93 pp. 1929.
(69) — Report on the activities of the Phytopathological service in the year 1932. *Versl. en Meded. Plantenziektenkundigen Dienst te Wageningen* 72, 148 pp. 1933.
(70) Wellman (R. H.) and McCallan (S. E. A.). — Correlations within and between laboratory slide germination, greenhouse tomato foliage disease, and wheat smut methods of testing fungicides. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 13 : p. 143-169, 1943.
(71) — An analysis of factors causing variation in spore germination tests of fungicides. IV. Time and temperature. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 12 : p. 431-450, 1942.
(72) Wilcoxon (Fr.) and McCallan (S. E. A.). Theoretical principles undelying laboratory toxicity tests of fungicides. *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 10 : p. 329-338, 1939.
(73) Winter (G.). — Kryptogamen Flora, II : p. 501, *Leipzig*, 1887.
(74) Young (J. E.). — A simplified method of testin the toxicity of fungicides in the laboratory. Ill. State *Acad. Sci. Trans.* 37 : p. 59-62, 1944.
(75) Zogg (H.). — Die Blattdüre des Mohns (Poppy leaf blight). *Verh. Schweiz naturf Ges.* CXXV, p. 172, 1945.

ÉTUDES D'ÉCOLOGIE ENTOMOLOGIQUE SUR LE CHAMP DE LUZERNE
I. MÉTHODES — SONDAGES PRÉLIMINAIRES.

PAR

Rémy CHAUVIN

Station de Recherches apicoles, Bures s/Yvette (S et O).

PLAN DU MÉMOIRE

Le choix du champ de luzerne comme objet des recherches. Les méthodes.

Le problème central de l'écologie : la récolte.

I. Les bandes gluantes.
II. La capture par aspiration.
III. Le sélecteur.
IV. Méthodes de mesures climatologiques.
V. Problèmes systématiques.
VI. Problèmes statistiques.

Résultats d'ensemble.

Caractères de la population prise à l'aspirateur.
Caractères des prises au sélecteur.
Caractères des prises aux bandes gluantes.

Problèmes posés par l'étude des captures.

Problème bioclimatologique.
Problèmes du nycthémère.
Problèmes de l'extinction et du repeuplement.
Problèmes des lisières.
Problèmes des niveaux.

Quelles sont les espèces réellement inféodées à la luzerne ?

Histoire, par famille, des hôtes de la luzerne.

Résumé.

Nous avons commencé en 1947, mes élèves de l'Office de la Recherche Outre mer et moi-même, à prospecter la faune du champ de luzerne ; nous avons continué sans interruption jusqu'en 1950. Bien qu'on ne puisse pas encore parler de résultats définitifs, il devient possible de présenter une première mise au

point des principaux problèmes posés par nos recherches. C'est aux stagiaires de la Recherche Outre-mer que je le dois (MM. CADOU, REAL, JOVER, BRENNIERE ; ADAM, HAMON, OVAZZA, ANGELINI ; VUILLAUME, GALLICHET ; LAVABRE, BRUNIQUEL, MAGNIN, TAUFFLIEB) et aussi à mes élèves de l'Institut de la Recherche Agronomique, MM. LECOMTE, VERGE, LOUVEAUX. Ces jeunes chercheurs n'ont pas reculé devant le pénible effort physique que représentent des prélèvements écologiques à effectuer de jour comme de nuit, et par tous les temps : je leur dédie ce travail , qui n'aurait jamais vu le jour sans eux.

LE CHOIX DU CHAMP DE LUZERNE COMME OBJET DES RECHERCHES. LES MÉTHODES.

Nous verrons plus loin à quel point sont complexes les problèmes que pose l'écologie des insectes du champ cultivé. Nous nous trouvons pourtant dans des conditions quasi idéales : quasi uniformité du tapis végétal, dont les dimensions, l'exposition, le temps de végétation peuvent varier à volonté. Dans le champ cultivé se trouve répétée, depuis l'origine de l'agriculture, une immense expérience entomologique dont il ne semble pas qu'on ait saisi jusqu'ici toute l'importance. Je dis bien « expérience », car l'introduction d'une culture dans une zone où elle n'existait pas auparavant constitue bel et bien un exemple de peuplement d'une place vide ; la fauchaison permet d'étudier le résultat d'une suppression brutale d'une partie de la faune ; et les variations de type de culture, d'exposition... dont je parlais plus haut permettent de faire sur les hôtes du champ des observations d'une variété presque infinie. Les trois conditions baconiennes d'une bonne expérience (*posita causa*, *variata causa*, *sublata causa*) se trouvent ainsi réalisées. Et l'on peut reprendre sur une grande échelle les expériences-pilotes de l'Ecologie, dont j'ai parlé dans une revue précédente (expérience sur le dépeuplement de Kesho Das Baweja, sur les transplantations fauniques de JACKSON).

Mais étant donnée la grande complexité des problèmes que l'on rencontre dans des conditions pourtant si bonnes, on ne peut qu'admirer l'audace des écologistes qui se lancent d'emblée à travers la prairie naturelle ou la forêt dans le dessein d'en étudier les lois fauniques. Les différentes espèces végétales et leurs strates de peuplement entomologique sont si inextricablement entremêlées, leur histoire si complexe, et leurs interactions si compliquées, qu'il faut être bien intrépide pour s'attaquer tout de suite à un tel ensemble d'énigmes. En tout cas, et tant que la science écologique n'aura pas fait de sérieux progrès, je crois qu'il est préférable de rester dans le domaine plus nettement circonscrit du champ cultivé.

Quant au choix du champ de luzerne, il m'a été dicté uniquement par des raisons de commodité : il est possible de trouver de la luzerne pendant la plus grande partie de la belle saison, et d'étudier notamment sa faune dans des luzernières d'âge connu et remontant à quelques années.

LE PROBLÈME CENTRAL DE L'ÉCOLOGIE : LA RÉCOLTE.

Lorsque des boules blanches et noires se trouvent dans un sac, et lorsqu'on veut y faire un prélèvement représentatif de la quantité des boules de chaque catégorie, le problème est assez simple du point de vue statistique. Il suffit d'opérer des prélèvements à différentes profondeurs. On peut calculer combien il faudra en faire et combien de boules ils devront comprendre pour que les exigences de la signification statistique soient respectées. Mais si les boules ont tendance à fuir la main de l'observateur, et à ne revenir à leur place qu'au bout d'un temps plus ou moins long ; si certaines d'entre elles, suivant les phases d'un cycle déterminé, se massent au fond du sac ou remontent au contraire à la surface ; si d'autres en sortent et vont de temps à autre dans un autre sac : alors la question de la méthode de prélèvement passe au premier plan. Et c'est justement le cas de l'Ecologie. Beaucoup de praticiens de cette science, et non des moindres, croient encore qu'un seul instrument, le filet fauchoir, peut suffire pour les prélèvements dans les prairies ou les buissons. Ils ne se doutent pas qu'ils provoquent, en maniant le filet, une telle perturbation dans la population que c'est à peine si leurs mesures signifient encore quelque chose ; en tout cas, toute possibilité de recherches plus fines leur est interdite par le vice même de leur technique ; j'ai d'ailleurs critiqué, dans un travail précédent (1949) les méthodes habituelles de prélèvement écologique et je n'y reviendrai pas.

Dans le but de prélever des échantillons de faune d'une manière aussi rationnelle que possible, nous avons utilisé successivement des bandes enduites de glu, un aspirateur mû électriquement et un troisième appareil que nous avons appelé *sélecteur*. Je serai bref quant à la description de ces techniques, dont j'ai déjà parlé dans un travail précédent (1950).

I. Les bandes gluantes. — La glu nous paraissait d'abord un moyen idéal pour obtenir à peu de frais un échantillon faunique. Elle est assez facile à étendre sur des bandes transparentes de rhodoïd et peut rester visqueuse et collante pendant un laps de temps très long (plusieurs mois). Aucune substance courante n'est plus adhésive ; mais aussi, elle est très difficile à dissoudre, lorsqu'elle a souillé les insectes souvent minuscules qui sont venus s'y coller : on ne parvient à les en débarrasser qu'à l'aide de trichloréthylène. Elle présente un inconvénient beaucoup plus grave : les glus actuelles n'ont plus grand chose de commun avec les anciennes préparations tirées des baies du Gui ou de l'écorce du Houx ; elles renferment maintenant des huiles (plus de la moitié), de la gomme de Manille, de la cire de Carnauba, de la lanoline. Les proportions réciproques et même la composition de ces mélanges, varient avec les différentes marques commerciales ; elle est d'ailleurs très souvent tenue secrète et l'on n'est même pas sûr qu'elle soit constante au cours des différentes années. Notons aussi que la gomme de Manille et la cire de Carnauba sont des substances très

complexes, qui peuvent renfermer des oléorésines, dont la plupart sont attractives ou répulsives pour beaucoup d'insectes. Il est donc peu probable qu'un piège gluant satisfasse à l'une des conditions essentielles de tout piège statistiquement et écologiquement satisfaisant : *être neutre au point de vue tropique,*

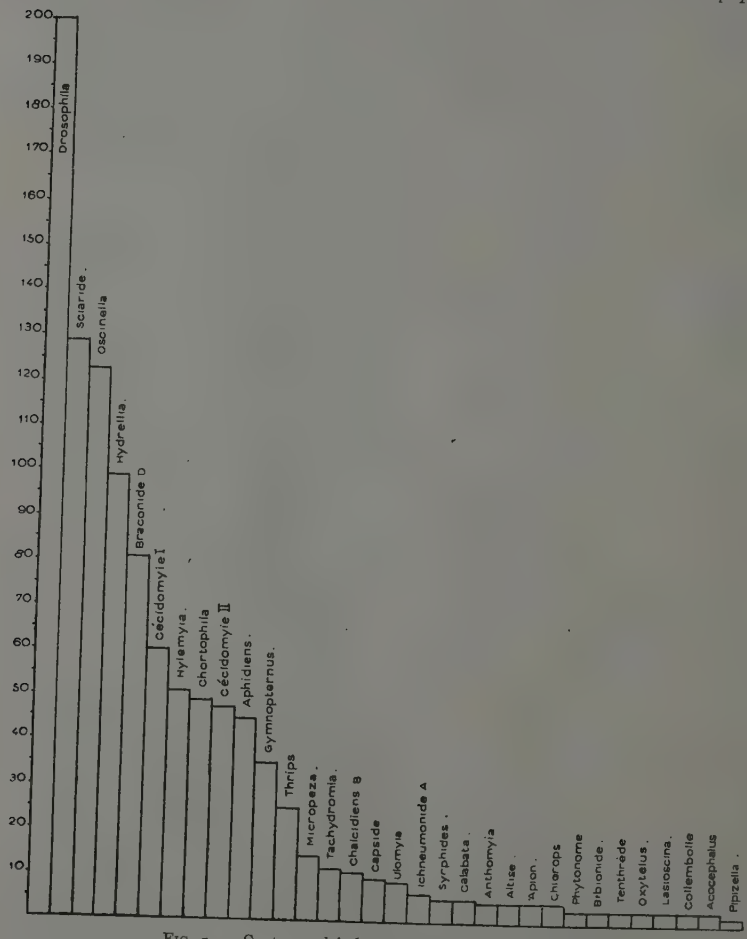


FIG. 1. — Captures globales aux bandes gluantes (1948).

c'est-à-dire prélever seulement les insectes de la zone où on l'a placé, sans les attirer des zones voisines, et sans les repousser. Cependant, nous avons tenté quelques expériences, en disposant des glus de quatre marques différentes (LATOX, VILMORIN, GLUFIX, LVOFIX) sur quatre bandes de rhodoïd fixées côte à côte, sur le même support. Cinq séries de quatre bandes ont été disposées en

des points différents et éloignés du champ de luzerne, en faisant varier leur orientation (juillet 1949). Les bandes ont été laissées en place vingt-quatre heures, et l'expérience renouvelée deux fois. Sur 3 221 insectes capturés, on constate tout d'abord qu'il existe des différences du simple ou quadruple dans le nombre des insectes collés à la glu suivant la marque de glu ; mais si on les

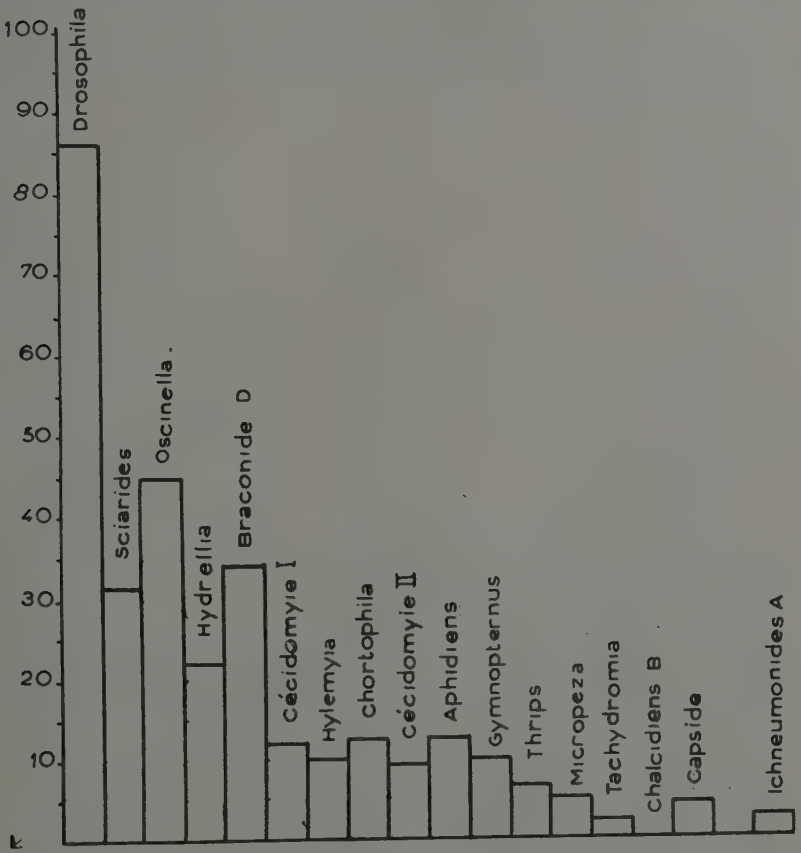


FIG. 2. — Captures aux bandes gluantes ; bandes au niveau du sol (1948).

range par ordre d'abondance, il faut noter que cet ordre reste, pour les quatre marques, à peu près le même : les Thrips (1 800 individus), surpassent de beaucoup les autres ; puis viennent les Aphidiens (350), les divers Braconides (200), un Phoride (*Aphiocheta*) (150), divers Jassides (140), un autre Phoride (*Gymnophorus*) (90), des Cécidomyies (50), des Chloropides (50). L'abondance relative des Chalcidiens et des petits coléoptères tels que les Méligèthes varie au contraire

beaucoup avec le type de glu : ils oscillent du second au cinquième rang pour les seconds, du deuxième au sixième pour les premiers.

Puisque l'ordre d'abondance reste à peu près le même, il semble donc qu'on ne doive point rejeter tout à fait l'utilisation des pièges gluants : les attractions et répulsions tropiques ne doivent pas être très graves, puisque les quatre glus (dont nous savions peu de chose, sauf que leur composition était fort différente)

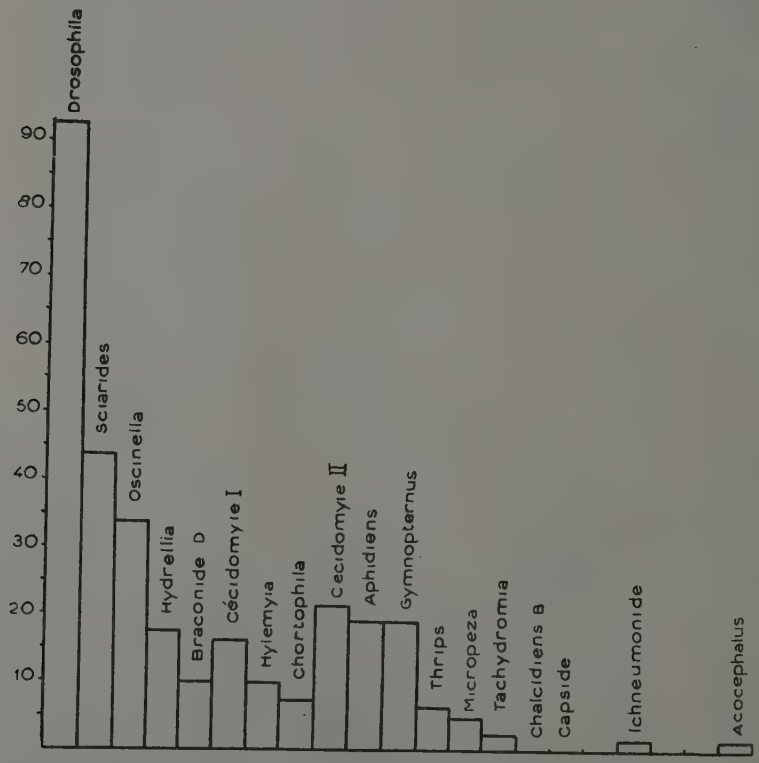


FIG. 3. — Captures aux bandes gluantes ; bandes au niveau du sol (1948).

donnent des résultats à peu près comparables. Nous tâcherons d'ailleurs de nous procurer des clartés supplémentaires sur la question, en comparant les populations capturées à l'aspirateur et aux bandes gluantes. Pour améliorer le procédé, il conviendrait d'employer un adhésif d'une composition connue et constante ; j'ai tenté moi-même d'en confectionner plusieurs, sans beaucoup de succès, en faisant fondre par exemple de la colophane dans l'huile de paraffine : mais rien n'est aussi adhésif, et surtout rien ne garde aussi longtemps le pouvoir de retenir les insectes que la glu elle-même. D'autre part, l'emploi de substances plus

simples, telles que la vaseline, est interdit, car elles sont hors d'état de retenir les insectes de taille moyenne ou grande.

Pour les récoltes à cinq ou 6 mètres au-dessus des luzernes (dans la couche que nous appellerons planktonique), la glu était disposée sur un grillage à mailles de 3 cm, et d'un m² de surface, suspendu à une potence, au bout de laquelle il oscillait librement ; ce dispositif, que nous appelions « toile d'araignée artificielle », permet de récolter de nombreuses espèces.

D'autres auteurs ont utilisé, avant nous ou en même temps que nous, les pièges adhésifs pour l'étude de la population du champ cultivé. BROADBENT

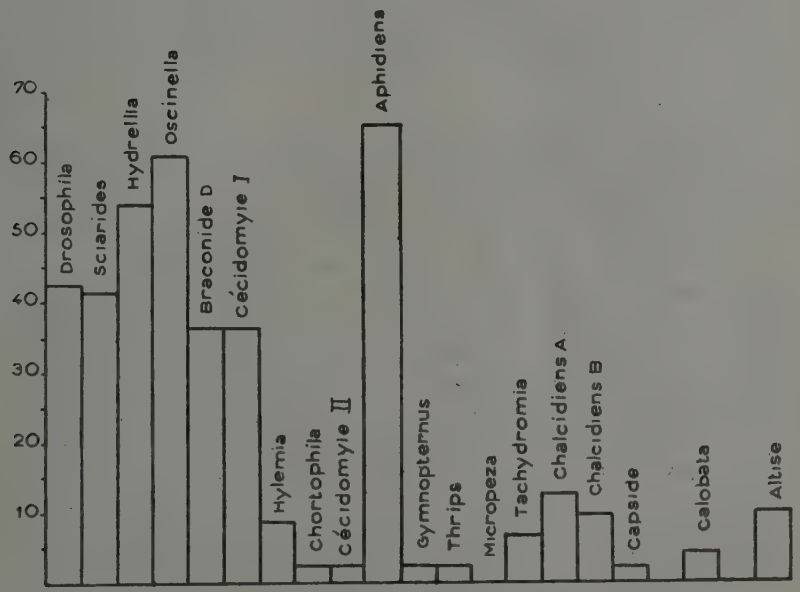


FIG. 4. — Captures de planklon au treillis englué (1948).

(1946-8) par exemple, établit ainsi une statistique de la population du champ de Pommes de terre en Aphidiens. Les différents pièges donnent des résultats comparables quand ils sont placés à la même hauteur au-dessus du même champ. Plusieurs espèces volent en été à des hauteurs différentes ; les plus grandes variations numériques se rencontrent à 30 cm au-dessus du sol ou à son niveau ; elles s'atténuent à un mètre au-dessus. La plupart des Aphidiens capturés ne sont pas d'ailleurs spécialement inféodés à la Pomme de terre (observation dont nous allons voir l'intérêt un peu plus tard) mais peuvent être vecteurs de maladies à virus. Le nombre des Aphidiens est grossièrement proportionnel au volume d'air autour des pièges. Lorsque la densité du feuillage augmente, le nombre des prises sur la strate inférieure décroît proportionnellement. Les pièges jaunes

brillants attrapent plus d'insectes que les blancs, qui en capturent plus que les noirs.

JOHNSON (1950) souligne à juste titre que le plus grave reproche que l'on peut faire aux bandes gluantes réside dans l'impossibilité de rapporter les captures à un volume d'air déterminé. Il attribue beaucoup d'importance au vent, qui projetterait en quelque sorte les plus petits insectes contre l'adhésif. Nous avons comparé systématiquement, en 1948, des bandes gluantes aux faces verticales ou horizontales : il est certain qu'on trouve beaucoup moins d'insectes sur les secondes que sur les premières : ce qui semblerait indiquer la prédominance de courants d'air horizontaux par rapport aux verticaux ; mais la différence est de même sens quand les bandes se trouvent au milieu des tiges de luzerne et au ras du sol, là où il est bien difficile d'admettre des courants un tant soit peu rapides.

II. **La capture par aspiration.** — En présence des défauts des pièges adhésifs, nous avons cherché une méthode de prélèvement purement mécanique, sans l'intervention d'aucune substance chimique. Un de mes collaborateurs, M. VERGÉ, imagina alors d'employer un aspirateur (ventilateur inversé) pouvant fonctionner sur courant à bas voltage et aspirant environ 1 m^3 à la min. Nous placions d'abord le pavillon, en matière plastique transparente, de l'instrument dans le sens horizontal, et nous orientions les différents pavillons dans tous les sens, afin d'éliminer autant que possible l'influence du vent ; nous laissions l'appareil fonctionner pendant une heure, les prises étant projetées dans un sac de toile fine. Mais JOHNSON, pratiquement à la même époque que nous, s'est servi d'un dispositif bien plus perfectionné : le pavillon de l'aspirateur étant placé verticalement, son ouverture vers le haut. Les prises tombaient dans un tube, et toutes les heures un électro-aimant libérait un disque qui tombait dans le tube et qui emprisonnait sous lui les prises du jour précédent. Mais l'appareil n'est guère utilisable qu'en vue de prélever un échantillon à une certaine hauteur *au-dessus* du sol. Nous avons donc préféré garder le ventilateur horizontal et diriger son embouchure vers le sol : les insectes sont projetés contre un cylindre enregistreur (un tour en 12 heures) recouvert d'une bande de rhodoïd vaselinée et renfermant un peu d'hexachlorocyclohexane. Il est facile de repérer ainsi l'heure (approximative) de capture. Mais nous n'avons mis au point ce dispositif que tardivement : aussi tous les prélèvements dont il va être question ont-ils été réalisés seulement avec le sac de toile accroché à l'aspirateur.

III. **Le sélecteur.** — Les pièges adhésifs ou à aspiration ont tous un très grave défaut : ils ne capturent que les insectes en vol, c'est-à-dire *ni les larves*, ni les aptères, ni les ailés au repos. C'est pourquoi toute statistique basée uniquement sur eux est qualitativement et quantitativement inexacte. Nous avons donc voulu modifier la méthode classique du cylindre, qui consiste à coiffer la végétation d'un cylindre aux bords coupants, à tout asphyxier, et à compter

ensuite au laboratoire les insectes ainsi prélevés. Il restait à adapter le cylindre à l'étude des strates de la végétation, et par conséquent des strates fauniques.

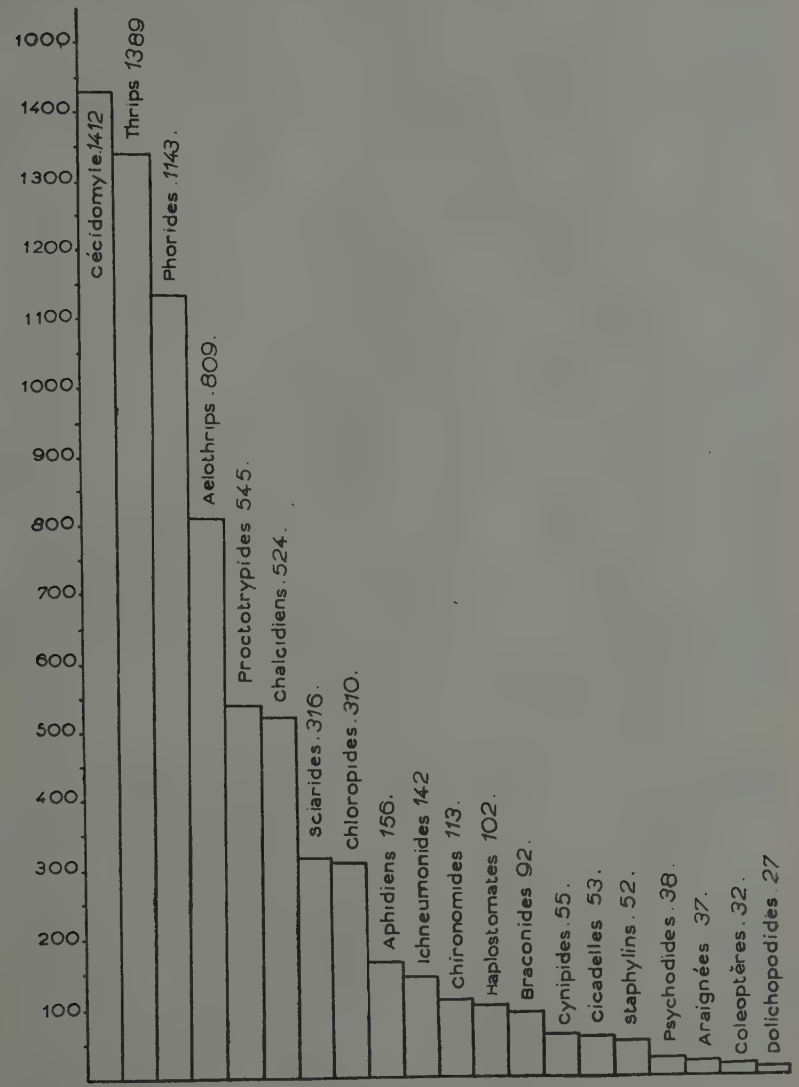


FIG. 5. — Captures globales a l'aspirateur (1950).

Un de mes élèves, M. ADAM, y réussit en confectionnant une boîte cylindrique de 20 cm de diamètre et 20 cm de haut, pouvant s'ouvrir dans le sens longitudinal suivant un plan passant par deux génératrices opposées. Les rebords de la

boîte sont coupants, et elle est munie de deux poignées ; on les tient en s'approchant doucement de la végétation à prélever, et en la maintenant largement ouverte. Puis on la referme brusquement, et les bords coupants sectionnent les tiges végétales au niveau de la strate qu'on a sélectionnée. Les différentes prises sont réunies dans un sac de toile fine et asphyxiées aussitôt. On sépare alors les insectes de la végétation et on les rapporte au poids de plantes récoltées ; une prise doit en comporter au moins 500 gr pour fournir une quantité d'animaux raisonnable.

IV. **Méthodes de mesures climatologiques.** — Cette question est trop importante pour être traitée brièvement, aussi je me réserve d'y revenir en détail ailleurs. Nous nous sommes contentés jusqu'à présent de mesurer la température et l'hygrométrie des différentes strates à l'aide d'un micropsychromètre (Chauvin, 1948), ou nous nous contentions de relever les indications d'un poste météorologique voisin d'une centaine de mètres. Aucune mesure des radiations n'a été effectuée. Il s'agit à n'en pas douter d'une grave lacune, mais nous espérons la combler bientôt. Il n'existe malheureusement pas de postes micrométéorologiques adaptés à nos besoins ; c'est une gêne très grave, que signalait déjà Geiger (1950), pour le microclimatologiste. Les postes de mesure devraient être de très petite taille pour perturber le moins possible la strate microclimatique où on les insère ; on ne peut rien conserver de l'abri météorologique classique. La mesure de l'hygrométrie et de la température doit se combiner à celle des radiations, et spécialement de l'infra-rouge : à la strate inférieure en effet, le feuillage vert intercepte presque toutes les radiations, sauf les vertes et l'infra-rouge lointain : il est donc de la plus grande importance d'obtenir une évaluation de la quantité de radiations qui parviennent au sol.

V. **Problèmes systématiques.** — La quantité d'insectes par m^3 d'air augmente *d'une façon gigantesque* à mesure que l'on se rapproche du sol, et surtout dès qu'on pénètre dans la strate végétale. Aussi nous sommes-nous heurtés dès le début à une difficulté que nos prédécesseurs n'avaient pas rencontrée, tout au moins au même degré que nous. Ils travaillaient en général au-dessus des végétaux (or, à 3 m au-dessus du champ de luzerne par exemple, la faune est déjà beaucoup moins nombreuse qu'au milieu des tiges) ou ne s'intéressaient qu'à une seule espèce (comme Broadbent, qui n'a étudié que les Aphidiens). Quant à nous, la masse des récoltes posait et pose encore un problème non résolu : comment déterminer en un seul jour 780 insectes différents (prise du sélecteur en date du 6 juillet 1950), ou les 846 de la prise par aspiration du 3 juillet, pendant une heure seulement, de 15 à 16 heures ? Lorsqu'il se trouve par dessus le marché dans un seul échantillon près de 50 Proctotrypides ou Chalcidiens, c'est-à-dire des représentants de groupes particulièrement difficiles pour lesquels les bons spécialistes sont rares, la difficulté paraît insoluble à première vue. Nous avons essayé de nous familiari-

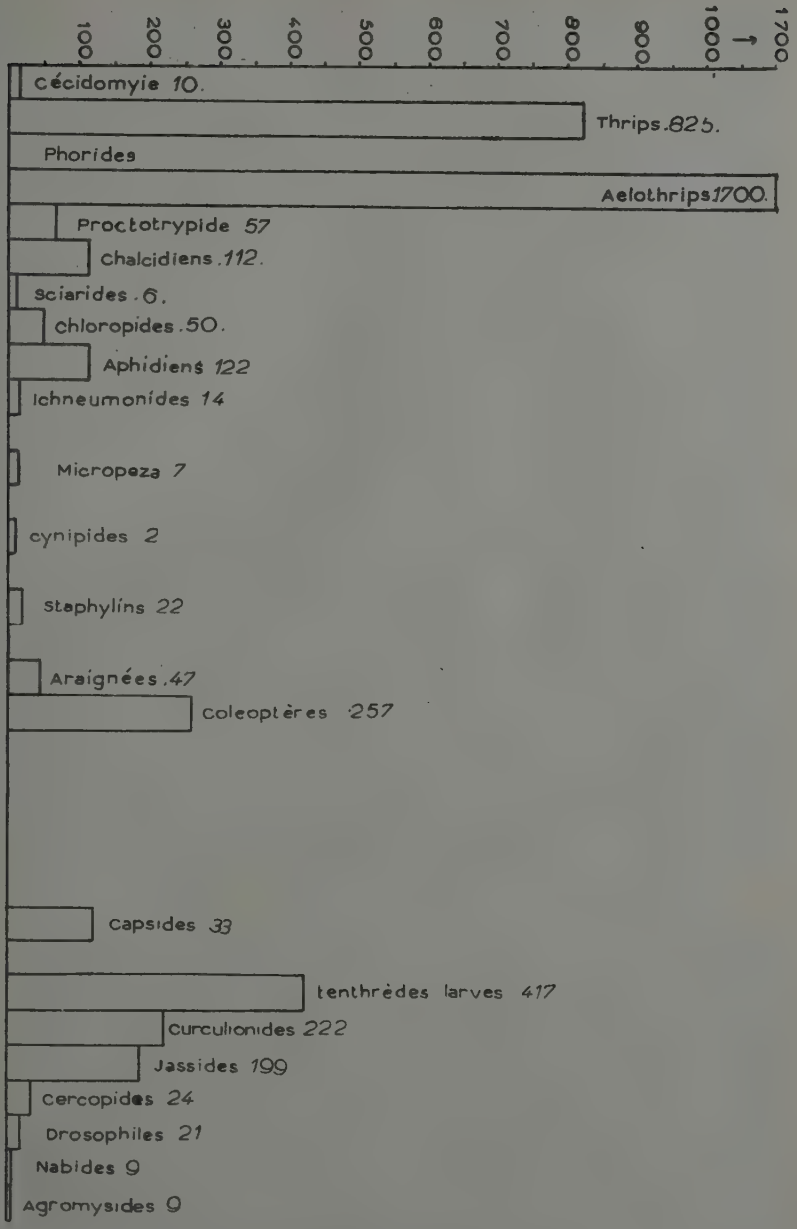


FIG. 6. — Captures globales au selecteur (1950).

ser le plus que nous le pouvions avec la faune de la luzerne, mais cela n'est possible que pour un personnel stable, restant sur la même tâche pendant plusieurs années et je n'en disposais qu'en petit nombre. Aussi, la plupart du temps et surtout dans le cas de l'aspirateur et du sélecteur, où les prises sont, comme nous l'avons vu, bien plus nombreuses qu'aux bandes gluantes, nous ne désignons les insectes que par le nom de leur famille (Phorides, Braconides, Capsides... etc). Nous n'ignorons pas les inconvénients et l'imprécision d'un tel procédé, mais nous espérons le perfectionner par la suite. Diverses tentatives ont déjà été réalisées dans ce sens : par exemple, nous avons constaté qu'il était possible et même facile de séparer par flottage les Cécidomyies des Chalcidiens par exemple ; malheureusement, lorsque toutes les espèces sont mélangées dans le tube de flottage, on ne peut plus les séparer une à une, à cause de leurs densités trop voisines. Il est possible aussi, lorsqu'on a trié tous les Chloropides par exemple, de les réunir dans un peu d'alcool, et d'en prélever une partie aliquote, suffisamment réduite pour être déterminée en un temps limité, et suffisamment large pour être représentative de l'ensemble. Nous publierons plus tard une application de cette dernière méthode.

VI. **Problèmes statistiques.** — Nous ne ferons pas usage dans ce travail des méthodes statistiques, bien qu'elles y trouvent une application toute naturelle : c'est que nous le considérons comme tout à fait préliminaire, et destiné seulement à donner une idée grossière des problèmes qui se posent dans le champ de luzerne. Nous marquerons cependant, au fur et à mesure de cet exposé, les points où les résultats exigeront dans l'avenir une interprétation statistique. Signalons d'abord que les prises à l'aspirateur sont extrêmement hétérogènes, plus souvent d'ailleurs au point de vue de la quantité que de la qualité des prises. Il arrive par exemple qu'un essaim tout entier de Cécidomyies soit capté par un seul aspirateur. La plupart du temps, nous ignorons les raisons d'une pareille hétérogénéité : tient-elle au fait que nos aspirateurs sont horizontaux, et que nous ne pouvons éliminer l'influence du vent ? Mais nos prélèvements ont toujours été effectués au milieu des tiges végétales, là où les déplacements de l'air sont très fortement freinés, atteignent rarement une vitesse d'un mètre par seconde (Geiger) et seulement au cours des plus violentes tempêtes, en se transformant d'ailleurs en tourbillons extrêmement irréguliers. D'ailleurs, les bandes gluantes donnent aussi des résultats très hétérogènes. Comme Broadbent n'a pas signalé cette hétérogénéité en capturant les pucerons aux pièges adhésifs, nous inclinerions à penser que dans notre cas elle est réelle ; mais nous ne pouvons pour le moment exclure l'hypothèse qu'il s'agit peut-être d'un artefact, dû au fait que nous n'employions que six aspirateurs, et qu'il en faudrait peut-être cinquante (ce qui est d'ailleurs pratiquement impossible).

Ce travail porte sur 19 110 captures : 8 147 à l'aspirateur, 4 931 au sélecteur, 6 032 aux bandes gluantes ; ce sont des chiffres malheureusement trop faibles.

RÉSULTATS D'ENSEMBLE

Caractères de la population prise à l'aspirateur. — On n'y capture, à part les araignées, que les formes ailées. Parmi les *diptères* abondent les Cécidomyies, les Phorides, les Chloropides et les Sciarides, et souvent les Chironomides ; parmi les *Hyménoptères*, les Chalcidiens, les Proctotrypides et les Ichneumonides ; puis les Braconides et les Cynipides ; parmi les *Thysanoptères*, *Thrips* et *Aelothrips* se rencontrent avec une abondance extraordinaire, dès que la luzerne est fleurie ; parmi les *Hémiptères*, on trouve une assez forte quantité d'Aphidiens et de Cicadelles. Comme je l'ai déjà signalé, les captures sont bien plus nombreuses qu'avec la glu, ce qu'avait déjà noté JOHNSON. Ainsi, en 1950, nous avons pris 7 417 insectes par aspiration, en 35 h. ; en 1948, 2 456 en 106 h, par bandes gluantes ; le tout dans des conditions météorologiques comparables. Cela tient certainement à ce que le volume d'air exploré par l'aspirateur est plus considérable, et peut-être aussi à ce que certains insectes au vol peu rapide sentent la présence de l'obstacle gluant et l'évitent.

Caractères des prises au sélecteur. — Il faut insister sur un point essentiel : *elles sont radicalement différentes de celles de l'aspirateur*. Elles se caractérisent surtout par la présence, en quantités souvent très considérables, de larves de phytonomes (1), de nombreux coléoptères, curculionides, méligèthes, nitidulides, cucujides. Les diptères ont quasi disparu, sauf peut-être les Chloropides, de même que les Hyménoptères. Les Thrips sont aussi abondants qu'avec l'aspirateur, les Aphidiens également, mais Capsides, Jassides et Cercopides sont en bien plus grand nombre. Les figures montrent que les différences sont réellement très considérables. J'ai capturé par exemple en 1950 avec l'aspirateur 32 méligèthes et petits coléoptères, contre 257 avec le sélecteur ; 222 curculionides au sélecteur contre 0 à l'aspirateur, etc... Ceci nous montre que l'emploi d'une seule méthode de récolte peut conduire à des conclusions grossièrement erronées ; c'est à quoi nos prédécesseurs ne semblent pas avoir prêté une attention suffisante.

Caractères des prises aux bandes gluantes. — Parmi les *Diptères* dominent les Sciarides et les Cécidomyies, puis les Chloropides et les Phorides ; les Chironomides peuvent être présents ; les *Hyménoptères* sont peu nombreux, sauf parfois les Chalcidiens ; parmi les Thysanoptères, les Thrips sont loin d'atteindre la même abondance relative qu'avec l'aspirateur ; les Hémiptères sont surtout représentés par des Aphidiens, relativement bien plus nombreux qu'avec l'aspirateur, et quelques Capsides et Cercopides. Donc l'emploi de la glu amène sans doute à sous-estimer la faune d'Hyménoptères (si l'on admet l'aspiration comme méthode étalon) et à surestimer l'abondance de certains Diptères comme les Sciarides. Suivant le but que l'on s'est assigné, cela peut devenir très grave.

(1) C'est par erreur que la fig. 6 porte « larves de tenthrèdes » au lieu de « larves de phytonomes ».

PROBLÈMES POSÉS PAR L'ÉTUDE DES CAPTURES

Les champs occupent des situations variées dans le temps (problèmes *des variations fauniques annuelles*) et dans l'espace (problème de la *variation géographique*). Une faune évolue d'une façon déterminée au cours des saisons (problème de *l'évolution saisonnière*) et réagit de diverses façons aux facteurs météorologiques (problème *bioclimatologique*). Il existe non seulement un cycle faunique annuel mais un cycle journalier (problème du *nycthémère*). Lorsqu'un champ de luzerne est semé dans un endroit où l'on cultivait auparavant tout autre chose, son cortège de parasites va l'envahir d'une manière déterminée (problème de *l'infestation*), puis viendra la fauchaison (problème de *l'extinction et du repeuplement*). Enfin, les lisières du champ et ses différentes strates (strate florale, zone basale) se caractérisent par des microclimats différents ; on devra donc rechercher si la faune n'y subit pas elle aussi d'importantes variations (problème des *lisières*, problème des *niveaux*).

Nous avons opéré nos récoltes pendant quatre ans, en quatre points différents, et nous ne pouvons encore rien dire sur les variations fauniques annuelles dans un même lieu, et rien non plus sur les variations géographiques des faunes. Cela exigerait une enquête bien plus vaste que celle que nous avons menée. Il en est malheureusement de même du problème de l'évolution saisonnière : nous n'avons travaillé en effet qu'au mois de juillet 1947 ; juillet 1948 ; juillet 1949, juin-juillet-août 1950 ; la base de nos recherches s'étend sur trop peu de mois pour que nous puissions discuter utilement des saisons et des faunes ; nous n'avons pas abordé non plus le problème de l'infestation.

Problème bioclimatologique. — Nous n'avons pu qu'ébaucher l'étude de ces problèmes : nous ne disposions en effet que des indications de postes météorologiques situés à quelques centaines de mètres (ce qui est tout à fait insuffisant) et de mesures d'hygrométrie et de température de l'air effectuées au micropsychromètre ; il nous a semblé qu'*Oscinella frit*, certains Braconides, les Sciarides sont capturés en bien plus grand nombre au moment des maxima thermiques ; les Cécidomyes ne paraissent guère influencés pendant la journée par les facteurs météorologiques, mais elles ne sont capturées la nuit en grand nombre que lorsque l'hygrométrie est très élevée (85-90 %) ; nous serions assez fermes sur cette dernière observation, car elle porte sur de nombreuses prises et des centaines de Cécidomyies. Un fait curieux doit être noté : la pluie, même très violente, ne fait pas baisser sensiblement le nombre des prises à l'aspiration (ni aux bandes gluantes) pourvu que la température ne baisse pas dans de fortes proportions et pourvu qu'elle ne tombe pas trop longtemps.

Problèmes du nycthémère. — Nous disposons de données beaucoup plus étendues sur le comportement des insectes au cours du nycthémère. Très généralement et dans presque tous les cas, les captures sont bien plus nombreuses le matin, et *surtout l'après-midi*, que la nuit ; la différence est bien plus accusée

à l'aspirateur et aux bandes gluantes qu'au sélecteur. Seuls les Sciarides, Chloropides et diverses Cicadelles sont à peu près aussi abondants le matin que le soir ; les Cécidomyies seules sont surtout nocturnes. On peut se demander *où vont les insectes diurnes pendant la nuit, puisque l'on n'en retrouve à ce moment qu'une faible quantité.* Quelques recherches fauniques dans le sol de la luzernière ne nous ont guère donné de résultats, pas plus que des prélèvements nocturnes dans la couche planktonique ; ces derniers, effectués à 3 ou 4 m seulement au-dessus de la couche végétale, semblaient suivre les variations de la couche végétale. Il faudrait sans doute aller beaucoup plus haut ; en tout cas, il n'est pas interdit de penser que beaucoup d'insectes minuscules, lorsque les couches d'air voisines du sol se refroidissent le soir (inversion thermique nocturne) montent au fur et à mesure en suivant les couches chaudes et ne redescendent que le matin ; mais nous ne pouvons pas prouver une telle hypothèse. On pourrait admettre aussi que peu d'insectes volent la nuit et que la plupart restent collés aux tiges : on devrait alors les retrouver au sélecteur. Nous n'avons malheureusement pas assez de prises au sélecteur pour pouvoir l'affirmer dans tous les cas ; mais l'explication paraît évidente pour les *Aelothrips* qui disparaissent la nuit à l'aspirateur, et se retrouvent d'une manière presque quantitative, au sélecteur ; elle est probable pour la même raison, en ce qui concerne les *Thrips* ; elle ne paraît pas pouvoir s'appliquer à des animaux comme les Proctotrypides, qui disparaissent la nuit à l'aspirateur comme au sélecteur. En tout cas, pour la grande majorité des espèces auxquelles nous nous sommes intéressés, nous *nous trouvons dans l'impossibilité de préciser le gîte nocturne où elles se réfugient.*

Problèmes de l'extinction et du repeuplement. — Ces problèmes sont à considérer après la fauchaison de la luzerne. Sans pouvoir donner déjà un tableau complet de la perturbation faunique qui s'ensuit, il est curieux de noter que la faune paraît subir surtout des variations quantitatives ; il apparaît toutefois un certain nombre d'espèces nouvelles, par exemple des Chironomides très diffiérents de ceux que l'on rencontre dans la luzerne intacte, mais en petit nombre. On assiste souvent à une hausse massive des Braconides et Capsides ; les Chalcidiens, Aphidiens, Cécidomyies sont peu modifiés ou augmentent sensiblement. Ce tableau ne nous paraît pas beaucoup changer lorsque la luzerne est en petites meules, ou lorsqu'elle commence à se dessécher. Il semble qu'autour des grandes meules de luzerne les modifications soient plus importantes : les thrips floricoles ont naturellement régressé ; les phorides et chalcidiens se maintiennent, mais les Sciarides sont en forte baisse par rapport aux Chloropides. Dès que la luzerne repousse, la faune reprend très rapidement son équilibre.

Problème des lisières. — Il paraît évident *a priori* que la lisière du champ de luzerne, suivant son orientation et la proximité d'autres cultures, doit être exposée à des influences biologiques et climatiques particulières et ne peut donc donner asile à la même faune que le milieu du champ. Nous avons tenté (1950)

une première prospection des lisières (nous entendons par lisière la zone qui s'étend depuis le bord du champ jusqu'à un mètre à l'intérieur). Nous nous sommes surtout intéressés à la lisière ouest, qui se trouvait à proximité d'un champ de blé. Il est curieux de noter la forte augmentation numérique de la plupart des espèces, par rapport au milieu du champ. On note par exemple une très forte augmentation (jusqu'à 800 %) des Thrips, et aussi des Phorides et des Araignées ; restent stables ou augmentent dans de moindres proportions Aelothrips, Chalcidiens, Proctotrypides, Chloropides. D'autres espèces diminuent légèrement de nombre.Nous n'osons encore émettre de conclusions sur ces modifications fauniques en fonction de la zone du champ ; mais les faits semblent indiquer qu'il y a là un champ d'investigations intéressant.

Problème des niveaux. — On pourrait dire la même chose des strates microclimatiques du champ de luzerne, où des faunes différentes doivent correspondre aux différences de température et d'hygrométrie. Nous avons, en 1948, noté au micropsychromètre des différences thermiques allant de 1° (le plus souvent) à 2° entre le haut et le bas des tiges de luzerne ; et des différences hygrométriques allant de 10° (le plus souvent) à 22 degrés hygrométriques ; la base des tiges se trouvait dans un microclimat plus froid (très rarement plus chaud) que le sommet. Les rares cas où la température était plus forte à la base des tiges se rencontrent lorsque le soleil est caché et qu'il se lève un vent froid ; même alors, l'hygrométrie est au plus égale à celle de la zone florale et beaucoup plus souvent lui est supérieure. Nous avons effectué suffisamment de relevés pour constater des modifications très sensibles de la faune correspondant à ces différents microclimats. Sont nettement plus nombreux dans la strate inférieure : les Cécidomyies, les Proctotrypides, les Chalcidiens, les Ichneumonides (somme toute la plupart des Hyménoptères parasites, sauf les Braconides) et les Chironomides. Sont plus nombreux dans la zone florale : les Thrips et Aelothrips (ce qui se conçoit),les Phorides et tout particulièrement les Chloropides. Se trouvent à peu près en même quantité dans les deux strates : les Aphidiens, les Braconides, les Sciarides. La portée de ces remarques est d'ailleurs fortement restreinte par le fait qu'en aucun cas nous n'avons pu suivre la faune aux différents niveaux pendant tout le nycthémère. Or il n'est pas du tout prouvé qu'il n'existe pas des migrations dans le sens vertical suivant l'heure du jour ; il pourrait d'ailleurs tout aussi bien s'en produire dans le sens horizontal, de la lisière au centre du champ. Nos relevés les plus significatifs ont été exécutés le plus souvent au milieu de l'après-midi, et c'est une base trop étroite pour trancher le problème des déplacements verticaux.

Quelles sont les espèces réellement inféodées à la luzerne ?

Parmi toutes les espèces récoltées, quelles sont celles réellement inféodées à la luzerne et celles qui s'y trouvent par hasard ? Le problème nous paraît assez difficile à résoudre. Toutefois, comme nous avons opéré dans quatre

champs différents, il est possible de donner là-dessus quelques indications provisoires. Dans tous les cas, nous avons retrouvé en grand nombre les Cécidomyies, les Thrips, les Chalcidiens, les Ichneumonides, les Braconides, les Sciarides, les Chloropides, les Aphidiens, les Curculionides et les Tenthrèdes. Dans trois champs sur quatre, les Phorides, les Proctotrypides, les Chironomides, également en grand nombre. Nous admettrons donc, au moins provisoirement que les parasites propres de la luzerne (Cécidomyies, Curculionides, et un cortège d'Hyménoptères parasites et de diptères saprophages, sont des hôtes habituels de la luzerne. Cela n'est pas une raison pour négliger les autres espèces, dont la présence n'est pas vérifiée dans tous les cas. Car quelle est la plus importante ? Il est bien difficile de le dire.

Ceci répond à une objection qu'il est facile de nous faire. Pourquoi s'être imposé d'énormes difficultés systématiques, au lieu de n'avoir considéré pour commencer qu'un seul insecte, les Cécidomyies par exemple ? Mais il était d'abord nécessaire de réaliser une exploration globale, si vague et si rapide soit-elle. Les Cécidomyies ne sont pas seules dans la luzerne. Leur population ne peut qu'être influencée par de nombreux parasites, ou même par des concurrents, qui ne s'attaquent pas directement à elles, mais seulement à leur source de nourriture. Les étudier seules serait donc se placer devant un problème inintelligible et se mettre dans l'impossibilité d'expliquer leurs fluctuations. C'est pourquoi nous avons préféré choisir la voie la plus difficile, si aride fût-elle au début.

Nous pourrions nous demander aussi jusqu'à quel point la population de la luzerne diffère de celle des champs voisins, où d'autres plantes sont cultivées (1). Nous n'avons pas fait assez de prises en dehors des champs de luzerne pour pouvoir répondre. Il nous semble toutefois que les différences ne sont pas abruptes : il nous paraît exister une grosse population de base indifférenciée, au régime très large, pouvant subsister sur beaucoup de plantes ; un champ cultivé modifie cet océan faunique, mais comme un fleuve qui se jette dans l'eau salée, et n'en change la salure que par des gradations insensibles, à mesure qu'on s'approche de son embouchure. Ne pourrait-on expliquer ainsi la plus grande richesse de la faune des lisières, où la faune peu différenciée et mobile s'ajouterait à la faune propre de la luzerne ? La faune indifférenciée pourrait d'ailleurs par sa seule présence, modifier le milieu écologique de la faune propre. En tout cas, nous ne pouvons encore dire très précisément en quoi la faune de la luzerne diffère de celle de la prairie voisine.

HISTOIRE, PAR FAMILLE, DES HOTES DE LA LUZERNE

Il convient maintenant de reprendre, d'une façon détaillée, l'histoire des hôtes les plus constants de la luzerne, pour en isoler le peu de données certaines que nous ayions pu établir jusqu'ici.

(1) Rappelons l'observation déjà citée de BROADBENT, suivant lequel beaucoup d'Aphidiens capturés au-dessus d'un champ de pomme de terre ne sont pas des Aphidiens de la Pomme de terre.

Cécidomyies. — Ce sont des hôtes très constants et très nombreux, qui paraissent principalement nocturnes ; ils s'attrappent à l'aspirateur, beaucoup plus que sur les bandes gluantes, et jamais au sélecteur. La fauchaison ne modifie pas le nombre des Cécidomyies que l'on capture pendant le jour. Elles se rencontrent à tous les niveaux, et même à 4 ou 5 m au-dessus des luzernes, mais sont nettement moins nombreuses près des lisières (1950). Leur nombre commence à décroître au mois d'août.

Thysanoptères. — (Thrips, Aelothrips). Extrêmement abondants dès que la luzerne est en fleur, mais ils se trouvent aussi dans la strate inférieure et dans le plankton. Ils se capturent à l'aspirateur, l'après-midi surtout, et la nuit au sélecteur. Sont fortement affectés par la fauchaison, sans disparaître complètement. Dans bien des cas, leur nombre augmente beaucoup près de la lisière. Il décroît en août.

Phorides. — Très abondants à tous les niveaux, y compris le plankton. Ils ne s'attrappent qu'à l'aspirateur et sur les bandes gluantes (parfois en aussi grand nombre relatif qu'à l'aspirateur) et jamais au sélecteur. Très affectés par la fauchaison, qui les fait disparaître presque complètement. Leur nombre augmente souvent beaucoup près des lisières. Il reste à peu près constant au mois d'août.

Chalcidiens. — Très abondants à tous les niveaux, de nuit comme de jour, avec une préférence parfois pour le niveau inférieur. On les trouve aussi dans le plankton. S'attrappent aux bandes gluantes et à l'aspirateur, mais peu au sélecteur. La fauchaison ne paraît en rien modifier leur nombre. Ils sont souvent plus abondants près de la lisière ; ils durent au moins jusqu'à la fin du mois d'août.

Proctotrypides. — Très abondants à tous les niveaux, sauf le planktonique ; les captures se font de nuit comme de jour, à l'aspirateur et à la glu, mais jamais au sélecteur. La fauchaison ne paraît guère les gêner. Souvent plus abondants près des lisières ; durent jusqu'à la fin d'août.

Sciarides. — Très abondants de jour comme de nuit, mais avec un maximum dans l'après-midi, à tous les niveaux y compris le plankton. La fauchaison ne les trouble guère. Ils sont nettement moins nombreux près des lisières. La glu relativement aux autres espèces, capture plus de Sciarides que l'aspirateur : ils sont sans doute attirés par elle ; on n'en voit pas dans les prises au sélecteur. On constate en 1948 des fluctuations du nombre des Sciarides qui suivent la température, et atteignent leur maximum au moment des maxima thermiques.

Chloropides. — Leur abondance est variable ; on les trouve de nuit comme de jour, à tous les niveaux, parfois davantage dans la zone florale ; il faut noter leur abondance particulière dans la zone planktonique. On en capture autant avec la glu qu'avec l'aspirateur, mais très peu au sélecteur. La fauchaison ne les trouble en rien. Ils sont en même nombre à la lisière qu'au milieu ; ils se maintiennent au mois d'août.

Aphidiens. — Leur abondance est variable ; les captures se font principalement le jour et peu la nuit, à l'aspirateur, au sélecteur et surtout aux bandes gluantes, à tous les niveaux ; la fauchaison ne leur cause qu'une perturbation variable, et souvent peu importante. Noter là aussi leur particulière abondance dans le plankton. Ne sont pas plus nombreux à la lisière qu'au centre. Se maintiennent au mois d'août.

Ichneumonides. — Leur abondance est très variable ; ne se capturent guère que pendant la journée ; à tous les niveaux, très souvent plus nombreux au ras du sol ; absents dans le plankton ; on en attrappe bien plus avec les bandes gluantes qu'à l'aspirateur, et surtout qu'au sélecteur. Trop peu de prélèvements pour affirmer quoi que ce soit concernant les lisières ou la fauchaison.

Chironomides. — Peuvent manquer certaines années ; se capturent la nuit et le jour, parfois davantage dans l'après-midi. A tous les niveaux et surtout dans le plankton. S'attrappent beaucoup à la glu et à l'aspirateur et pas au sélecteur. La fauchaison paraît augmenter leur nombre et même en faire apparaître de nouveaux (1950).

Braconides. — Assez abondants, nuit et jour, plus souvent au ras du sol mais ne manquent pas dans le plankton. Les captures se font en plus grand nombre avec la glu qu'avec l'aspirateur ; on n'en trouve pas au sélecteur. La fauchaison ne paraît pas les gêner beaucoup ; ils semblent plus nombreux près des lisières.

Cicadelles. — Ici commencent les prises effectuées surtout au sélecteur. Nous rangeons sous le nom de « Cicadelles » des Jassides, divers *Ptyelus*, des Cercopides, etc... Assez abondants, la nuit surtout, à tous niveaux y compris le plankton ; les captures se font surtout au sélecteur, mais aussi à l'aspirateur et à la glu. La fauchaison ne les perturbe pas ou fait augmenter leur nombre. Aussi nombreux à la lisière qu'au milieu.

Capsides. — Abondants à tous niveaux, y compris le plankton, nuit et jour. Se capturent en bien plus grand nombre au sélecteur qu'à l'aspirateur et

à la glu. Pas de documents suffisants sur la fauchaison. Plus nombreux au milieu du champ qu'à la lisière (1950).

Curculionides. — Abondants, exclusivement au sélecteur, qui les capture surtout la nuit ; plus nombreux dans la zone florale et à la lisière, manquent dans le plankton. Ils ne disparaissent pas après la fauchaison.

Larves de Phytonomes. — Exclusivement capturées au sélecteur ; très nombreuses, de jour comme de nuit, et à tous niveaux à la lisière comme au centre.

RÉSUMÉ

1° Diverses méthodes de prélèvement de la faune entomologique sont exposées et décrites : on retient particulièrement les méthodes de prises par aspiration et par capture avec une boîte à bords coupants, appelée sélecteur.

2° L'intérêt du champ cultivé comme expérience écologique permanente est très vaste ; il réalise, à cause de l'homogénéité du tapis végétal, des conditions bien plus propices à l'étude que la végétation sauvage.

3° Les méthodes de prises décrites plus haut ont été appliquées au champ de luzerne pendant quatre étés successifs ; les captures ont été faites très généralement au milieu de la journée et au milieu de la nuit.

4° Peu de conclusions assurées peuvent être dégagées jusqu'à présent. On peut admettre que le concept de « faune de la luzerne » est mal défini et doit être révisé.

5° Parmi les insectes récoltés, les Cécidomyies sont très abondantes, très constantes et nocturnes ; elles ne s'attrappent en grand nombre à l'aspirateur que lorsque la nuit est humide. Les Thrips très nombreux, ne sont en activité que le jour et se capturent la nuit au sélecteur. Parmi les Diptères, Phorides et Sciarides sont très abondants ; parmi les hyménoptères, une foule de Chalcidiens et de Proctotrypides, beaucoup de Braconides. Les Coléoptères Curculionides, comme les Sitona, sont très nombreux, surtout la nuit et dans la zone florale. Les larves de phytonomes sont extrêmement abondantes.

6° La lisière du champ paraît à bien des égards une zone particulière où dans l'ensemble, la faune est plus nombreuse qu'au milieu du champ. La composition faunique n'est pas non plus la même dans la strate florale et dans la strate inférieure.

Reçu le 25 avril 1951.

BIBLIOGRAPHIE (1)

BROADBENT (L.). — Aphis migration and the efficiency of the trapping method. *Ann. Appl. Biol.*, 35, 379-94, 1948.

CHAUVIN (R.). — Sur un modèle de psychromètre adpaté à l'étude du micro-climat. *Bull. Soc. Zool. Fr.*, LXXIV, 6, 320-1, 1949.

— De la méthode en écologie entomologique. *Rev. Scient.*, 86, 627-33, 1949.

— Sur la prise des échantillons en écologie entomologique. *Ann. Sci. Nat. sey. Zool.*, XI, 351-2, 1949.

GEIGER (R.). — The climate near the ground. *Harvard Univ. Press*, 482 p., 1950.

JOHNSON (C. G.). — A suction trap for airborne insects, which automatically segregates the catch into successive hourly samples. *Ann. Appl. Biol.*, 37, 80-91, 1950.

— The comparison of suction trap, sticky trap and tow-net for the quantitative sampling of small airborne insects. *Ann. Apl. Biol.*, 37, 80-91, 1950.

(1) Une bibliographie détaillée des travaux sur la luzerne, qui serait prématurée ici, sera donnée dans un prochain mémoire, en préparation.

QUELQUES REMARQUES SUR L'UTILISATION DE LA RÉACTION DE FIXATION DU COMPLÉMENT POUR L'ÉTUDE DES MALADIES A VIRUS DES PLANTES

PAR

P. LIMASSET

Station centrale de la Pathologie végétale, Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

I. Les principes de la réaction de fixation du complément.

II. La technique de Kolmer.

Préparation des hématies.
Préparation du complément.
Inactivation du complément dans l'immunsérum.
Titrage de l'hémolysine.
Titrage du complément.
L'épreuve sérologique.

III. Résultats obtenus, par la technique de Kolmer, avec certains virus et certains extraits végétaux.

Sensibilité de la méthode.
Comparaison entre la fixation du complément à 7° et à 37°.
Action des sérums antivirus sur les jus de plantes saines en fixation du complément.
Elimination de l'action anti protéines normales des sérums.

IV. Conclusion.

La réaction de fixation du complément a été peu utilisée pour l'étude des maladies à virus des plantes, bien que plus sensible que la réaction de précipitation. Ceci tient peut-être, ainsi que l'a suggéré BAWDEN, à ce que cette technique est relativement délicate et laborieuse. Elle a cependant été utilisée par quelques auteurs (CHESTER, BAWDEN, ainsi que TALL, PRICE et WERTMAN).

Nous avons été conduit à nous en servir à notre tour pour certaines recherches et il nous a paru utile de préciser les conditions de son utilisation et le degré de sensibilité qu'on est en droit d'en attendre, à la lumière de l'expérience que nous avons acquise dans cette voie.

I. — LES PRINCIPES DE LA RÉACTION DE FIXATION DU COMPLÉMENT

Beaucoup de phytopathologistes étant peu familiarisés avec les problèmes d'immunologie, il nous paraît utile de rappeler brièvement, à leur intention, les fondements théoriques de la réaction étudiée.

Le but de la réaction de fixation du complément est de permettre la détection des complexes antigènes-anticorps lorsque ceux-ci forment des agrégats de faibles dimensions ne constituant pas des précipités visibles à l'œil nu ou au microscope. C'est alors une réaction sérologique auxiliaire qui permet de mettre en évidence leur existence.

Cette réaction auxiliaire est une réaction d'hémolyse. Il faut, si l'on veut saisir sa signification, savoir que l'hémolyse demande, pour se produire, l'intervention simultanée d'un anticorps, l'hémolysine, et d'un élément normal du sang découvert par BORDET en 1895. Cet élément, désigné d'abord sous le nom d'*alexine*, est plus communément appelé aujourd'hui *complément*. Un sérum extrait d'un Lapin auquel on a injecté des hématies de Mouton par voie intrapéritonéale, par exemple, a acquis le pouvoir de provoquer la lyse de ces hématies « *in vitro* ». Celles-ci se gonflent, puis éclatent et l'hémoglobine se répand dans le sérum. Si nous avons chauffé le sérum pendant une demi-heure à 56° avant d'ajouter la suspension d'hématies, la lyse cesse de se produire. Mais il suffit d'ajouter au sérum hémolytique chauffé une quantité convenable de sérum frais normal pour que l'activité hémolytique reparaisse. Deux éléments interviennent donc pour provoquer l'hémolyse. Le premier, spécial au sérum hémolytique, est thermostable ; c'est un anticorps spécifique, appelé *hémolysine* ou *sensibilisatrice* qui agit uniquement sur les hématies de l'espèce zoologique qui a servi à préparer le Lapin, en l'occurrence le Mouton. Le second, présent aussi bien dans les sérums normaux que dans les sérums hémolytiques, est thermolabile et dépourvu de spécificité ; c'est le complément. Le complément est fragile. Non seulement thermolabile, il s'inactive encore rapidement dans les sérums conservés au laboratoire et se trouve détruit par de nombreux traitements (action d'acides ou d'alcalis, irradiations, ultraviolettes, etc...). On l'a étudié en détail chez le Cobaye où l'on a pu montrer qu'il n'est pas constitué par une seule substance. L'activité qui le caractérise serait due à l'action combinée de plusieurs fractions distinctes dont la plus importante est située dans les euglobulines du sérum.

Il faut savoir maintenant que si l'on ajoute à un immunsérum l'antigène homologue, c'est-à-dire celui qui a servi à préparer l'animal duquel on a extrait

cet immunsérum, le complexe antigène-anticorps qui se forme dans ces conditions présente la propriété de fixer le complément lorsque celui-ci est présent. Par exemple si nous ajoutons quelques gouttes d'une préparation du virus de la Mosaïque du Tabac à un sérum anti-virus de la Mosaïque du Tabac, le complexe formé par le virus et son anti-corps fixera le complément. Au bout d'une période de temps variable suivant la température et qui est de l'ordre d'une heure à 37°, le complément pourra être absorbé en totalité, s'il existait à l'origine en quantité modérée. Cette fixation correspond vraisemblablement à une adsorption du complément par les agrégats du complexe antigène-anti-corps.

On saisit alors le rôle de la réaction auxiliaire d'hémolyse. Après avoir laissé incuber pendant une durée convenable l'immunsérum contenant du complément et l'antigène, ajoutons à ce mélange une suspension d'hématies de Mouton et l'hémolysine correspondante. Si l'antigène s'est bien combiné à l'anti-corps au cours de la première réaction, le complément se trouve absorbé en totalité par ce complexe, s'il n'était pas en excès à l'origine, et les hématies de Mouton ne seront pas lysées. L'absence de lyse montre alors que la réaction primaire a été positive. Si nous avons fait agir une préparation de virus inconnue sur un sérum anti-virus de la Mosaïque du Tabac, l'absence de lyse nous indique donc que le virus inconnu a agi sur ce sérum et nous permet de l'identifier. L'anti-corps étant spécifique, nous ne pouvons en effet avoir affaire qu'au virus de la Mosaïque du Tabac. Bien entendu, l'absence de lyse n'aura de valeur que si un sérum témoin contenant du complément, mais dépourvu de virus, a provoqué une lyse normale . Ce témoin est indispensable, si l'on veut s'assurer qu'aucun trouble accidentel n'est venu entraver la réaction auxiliaire d'hémolyse. A l'inverse, s'il n'y a pas eu combinaison de l'antigène introduit avec l'anti-corps contenu dans le sérum, l'hémolyse sera totale à condition toutefois que la quantité de complément originellement présente, et la quantité d'hémolysine introduite avec les hématies soient suffisantes. Enfin, nous pouvons observer des hémolyses partielles correspondant à des actions antigène-anti-corps insuffisantes pour fixer le complément en totalité. On pratique généralement la réaction sur une gamme de tubes correspondant à des séries de dilutions du sérum et de l'antigène. L'hémolyse est alors totale dans certains tubes, partielle ou même nulle dans d'autres, si la gamme est assez étendue.

Nous avons été amené à insister sur l'importance d'une quantité convenable de complément au départ, l'insuffisance de ce dernier ne permettant pas l'hémolyse totale lorsque la réaction antigène-anticorps est négative, son excès entraînant au contraire une hémolyse au moins partielle lorsque la réaction est positive. Or la quantité de complément contenue dans un sérum est très variable. Les sérums préparés depuis longtemps n'en contiennent pas, tandis que des sérums frais pourraient être trop riches. On élude cette difficulté en chauffant l'immunsérum à 55°-56° pendant une demi-heure, de façon à inactiver son complément s'il en contient. On ajoutera ensuite à ce sérum une quantité déter-

minée de complément convenablement titré en présence d'hématies de Mouton et de leur sensibilisatrice. On utilise à cet effet un sérum frais de Cobaye que l'on dilue de la quantité voulue avec une solution physiologique. On peut encore utiliser des compléments en poudre obtenus en desséchant à congélation sous vide le sérum de Cobaye (1). Il suffit de les hydrater pour obtenir une solution de complément.

L'hémolysine ajoutée en même temps que les hématies de Mouton doit, elle aussi, être convenablement titrée. Une quantité insuffisante d'hémolysine ne permettrait en effet d'obtenir qu'une hémolyse partielle quelle que soit l'abondance de complément. A l'inverse trop d'hémolysine risquerait de provoquer l'hémolyse totale même si une partie du complément se trouvait fixée.

En résumé, ces données sommaires permettent de condenser comme suit les opérations successives :

Opérations préliminaires	1° Chauffage de l'immunsérum à 55°-56° pendant 1/2 heure (inactivation de son complément). 2° Titrage de l'hémolysine en présence d'une quantité arbitraire de complément. 3° Dosage du complément en présence d'une quantité convenable d'hémolysine titrée.
Réaction primaire antigène-anticorps accompagnée de la fixation du complément	4° Addition, à l'immunsérum, de l'antigène à éprouver (2) et d'une quantité convenable de complément dosé. Incubation.
Réaction accessoire d'hémolyse	5° Addition des hématies de Mouton et de leur hémolysine (amboceptеur hémolytique). Incubation à 37°.

L'hémolyse totale indique une réaction primaire négative. L'absence d'hémolyse caractérise une réaction primaire assez intense pour fixer la totalité du complément. Les hémolyses partielles correspondent à des réactions moins intenses au cours desquelles une partie seulement du complément est fixée.

Quelques points de détail méritent maintenant d'être considérés. Nous avons indiqué plus haut que la fixation du complément par le complexe antigène-anticorps était vraisemblablement explicable par une adsorption. Ceci s'accorde avec le fait que la fixation du complément est plus intense lorsque les agrégats sont ténus que lorsqu'ils atteignent des dimensions relativement élevées. La surface de contact est en effet d'autant plus grande que les agrégats sont plus petits. Cette considération nous indique qu'il y a tout intérêt à ajouter le complément au sérum en même temps que l'antigène. Le contact est ainsi établi dès le début de la réaction antigène-anticorps alors que les agrégats sont encore très petits. Si nous ajoutons le complément vingt minutes ou même plusieurs heures après l'antigène, il faudra une quantité plus élevée de ce dernier pour

(1) C'est ce qu'on appelle improprement une lyophylisation.

(2) En Pathologie Végétale nous utilisons normalement un sérum connu sur lequel nous faisons agir un antigène à étudier. Au contraire, en médecine, c'est généralement l'inverse. Dans la réaction de Wasserman, par exemple, on éprouve un sérum inconnu en présence d'un antigène déterminé. Ce point de vue diamétralement opposé est important à souligner et explique l'inversion des techniques de dosage.

obtenir une fixation équivalente et on observera par conséquent des limites de dilution d'antigène nettement plus faibles. Des considérations analogues expliquent qu'un excès d'antigène puisse, dans certains cas, nuire à la fixation du complément. Il en est ainsi lorsque l'excès d'antigène contrarie la formation des agrégats. Cependant si, au lieu de mettre l'excès d'antigène en une seule fois, nous en versons d'abord une partie, de façon qu'un précipité puisse se produire, et ensuite le reste, le mélange maintenu à 20° peut fixer le complément (à l'étuve à 37° le précipité disparaît dans certains cas, d'après BORDET, et avec lui la fixation du complément). On voit donc que c'est bien l'état physique du complexe qui intervient puisque, dans les deux cas, la proportion d'antigène et d'anticorps est la même. C'est encore par l'adsorption que l'on peut expliquer le phénomène d'EHRLICH appliqué à la fixation du complément (1). Si nous définissons comme unité la quantité de complément qui, ajoutée à un système donné, est fixée en presque totalité lorsque la réaction est terminée, nous observons qu'il faut mettre beaucoup plus de deux unités pour obtenir une unité à l'état libre à la fin de la réaction (2).

La fixation du complément par le complexe antigène-anticorps est d'abord rapide, puis se ralentit. A 37°, elle peut se prolonger pendant au moins 8 h ; mais une partie du complément se détruit chemin faisant. Pratiquement on opère la plupart du temps à 37° pendant 1 h pour éviter la destruction d'une trop grande quantité de complément. Aux basses températures la fixation est lente. Cependant une incubation de longue durée à une température de 7-8° augmente la sensibilité de la réaction. TALL, PRICE et WERTMAN (5) ont insisté sur la supériorité de cette façon d'opérer lorsque l'antigène est un virus de plante.

Les sérums ont en général une action antagoniste plus ou moins accentuée sur la fixation du complément. Cet antagonisme se manifeste nettement dans la réaction d'hémolyse. Le complément se fixe plus difficilement sur les globules de Mouton dans un sérum que dans une solution physiologique de sorte qu'une quantité de complément juste suffisante pour produire une hémolyse totale au sein de cette dernière ne produira qu'une hémolyse partielle dans le sérum. Cet antagonisme est attribué par BORDET à l'action de colloïdes protecteurs. Il se fait sentir aussi bien pour la fixation du complément par le complexe antigène-anticorps que pour sa fixation par les hématies. Il est donc important que son action se produise d'une manière aussi comparable que possible dans les deux phases de la réaction. Il faut parconséquent diluer le moins possible le sérum lorsqu'on ajoute les hématies, ce qui revient à préconiser l'addition d'une faible dose de suspension globulaire riche de préférence à une dose importante d'une suspension pauvre.

(1) Ce phénomène a été primitivement mis en évidence dans le cas de l'action d'une toxine sur son antitoxine.

(2) L'équation de FREUNDLICH : $R = kx^{n}$ dans laquelle R est la quantité de substance adsorbée par unité d'adsorbant, X la concentration finale de la substance adsorbée, K et n des constantes, permet d'expliquer ce phénomène.

Certains sérums et certains antigènes ont un effet anticomplémentaire important dû à une adsorption ou à une inactivation du complément. Cet effet anticomplémentaire doit être soigneusement testé. Si l'on soupçonne un sérum ou un antigène d'être fortement anticomplémentaire, c'est en sa présence que l'on dosera le complément. Il y a vraisemblablement de nombreuses causes d'effets anticomplémentaires, par exemple la présence, dans le liquide, d'agrégats susceptibles d'adsorber le complément. Les sérums anciens ou contaminés par des Bactéries peuvent être anticomplémentaires ; de même la présence d'acides, d'alcalis, d'oxolates, etc..., peut provoquer l'inactivation du complément. Il est important de se garantir à l'avance contre de tels accidents si l'on veut éviter d'ennuyeux déboires.

II. — LA TECHNIQUE DE KOLMER

Nous avons utilisé dans nos essais la technique de KOLMER. Il ne nous paraît pas inutile d'en fixer les détails.

Préparation des hématies. — On se fournit à l'abattoir de sang de Mouton défibriné. Ce sang doit être très frais et traité le plus rapidement possible au laboratoire. On le filtre sur une étamine. On ajoute deux ou trois volumes de solution saline physiologique (1) et l'on centrifuge à 1 000 ou 1 500 tours pendant 15 mn environ. Le liquide surnageant est éliminé à la pipette. On ajoute trois ou quatre volumes de solution physiologique et, après avoir agité pour remettre les hématies en suspension, on centrifuge une deuxième fois. Le liquide surnageant, déjà peu coloré, est éliminé à nouveau et l'on recommence une troisième fois la même opération en prolongeant la centrifugation de façon que le paquet d'hématies colle bien au fond du tube. Pour l'usage immédiat on peut préparer d'emblée une suspension d'hématies à 2% en mesurant dans une éprouvette graduée 1 vol. d'hématies du culot auxquelles on ajoute 49 vol. de solution physiologique. Ces hématies sont prêtes pour l'emploi.

Lorsqu'on désire préparer des hématies à l'avance pour une semaine, il est préférable de réaliser une suspension plus concentrée pour diminuer le volume du récipient et d'ajouter un antiseptique. Le liquide de conservation le plus usité répond à la formule suivante :

Citrate de sodium	3,75 g
Glucose pur	13,5 g
Fluorure de sodium	2,5 g
Sunoxol (2)	0,2 cm³
H^2O	500 cm³

A un volume de culot d'hématies on ajoute trois vol. de ce liquide conservateur. On obtient ainsi une suspension à 25 % que l'on conserve à la glacière (+ 5° à + 10°). Au moment de l'usage on diluera avec la solution physiologique

(1) Solution de Cl Na à 9 p. 1000.
(2) Solution hydroglycérinée de sulfate neutre d'ortho-oxyquinoléine (33 g pour 100 g).

en quantité convenable pour obtenir la suspension à 2 % (11 vol. 5 de solution physiologique pour 1 vol. de suspension à 25 %).

Préparation du complément. — On peut prélever du sang chez le Cobaye par voie intra-cardiaque. On choisit à cet effet des mâles et l'on mélange le sang de trois Cobayes au moins. Le sérum obtenu sert de source de complément. On le conserve au frais pendant quelques jours.

La conservation du complément peut être prolongée en utilisant une solution conservatrice. On peut alors saigner les Cobayes à blanc. On utilisera par exemple, la technique de MOUNIER.

Solution conservatrice.

Acide borique	4 g
Fluorure de sodium	3 g
Chlorure de sodium	13 g
H^2O q. s. p.	100 cm³

On ajoute 1 vol. de sérum frais de Cobaye à 1 vol. de cette solution. La conservation peut se prolonger 2 mois à la glacière. Pour l'emploi on dilue 1 vol. de ce complément hypertonique avec 1 vol. d'eau distillée. On obtient ainsi une solution isotonique au 1/20 que l'on diluera avec une solution physiologique pour obtenir les dilutions successives.

Le complément en poudre est d'un usage très commode et se conserve indéfiniment en ampoule scellée. La notice du fabricant indique la quantité d'eau distillée à ajouter pour obtenir 1 vol. de complément isotonique que l'on traite alors comme un sérum frais.

Inactivation du complément dans l'immunsérum. — Le sérum est chauffé au bain marie à 55° pendant 1/2 h. Si l'on désire utiliser un immunsérum traité par un jus de plante saine pour éliminer l'action des anticorps correspondant aux protéines normales, il est à conseiller de chauffer le sérum avant d'effectuer son épuisement par le jus sain, ceci afin d'éviter la formation d'un précipité abondant.

Titrage de l'hémolysine. — Il est possible de se procurer, dans le commerce, de l'hémolysine titrée. Il peut cependant être utile de vérifier le titre ; à cet effet on prépare les dilutions suivantes :

Tubes			*Dilution*
1	1,75 cm³ d'hémolysine	au 1/50	1/50
2	1,25 cm³ »	au 1/50 + 1,25 cm³ solution physiologique	1/100
3	0,5 cm³ »	au 1/100 + 0,5 cm³ » »	1/200
4	0,5 cm³ »	au 1/100 + 1 cm³ » »	1/300
5	0,5 cm³ »	au 1/100 + 1,5 cm³ » »	1/400
6	0,5 cm³ »	au 1/100 + 2 cm³ » »	1/500
7	0,5 cm³ »	au 1/300 + 0,5 cm³ » »	1/600
8	0,5 cm³ »	au 1/400 + 0,5 cm³ » »	1/800
9	0,5 cm³ »	au 1/500 + 0,5 cm³ » »	1/1000
10	0,5 cm³ »	au 1/600 + 0,5 cm³ » »	1/1200

On prépare ensuite un complèment au 1/30

On dresse alors la série de tubes suivante :

Tubes	*Hémolysine 0,5 cm³*	*Complément au 1/30*	*Sol. physiol.*	*Hématies 2 % à 5 %*
1	1/50	0,3 cm³	1,7 cm³	0,5 cm³
2	1/100	»	»	»
3	1/200	»	»	»
4	1/300	»	»	»
5	1/400	»	»	»
6	1/500	»	»	»
7	1/600	»	»	»
8	1/800	»	»	»
9	1/1000	»	»	»
10	1/1200	»	»	»

Ces tubes sont disposés dans un bain-marie à 37° où ils restent 1 heure. Au sortir du bain-marie on repère la plus forte dilution d'hémolysine provoquant une hémolyse totale. Cette dilution représente *l'unité hémolysine*. Pour le titrage du complément et de l'antigène on utilise *deux unités*. Il faut alors calculer la dilution d'hémolysine à utiliser pour que 0,5 cm³ contienne 2 unités. Si, par exemple, l'unité correspond à 0,5 cm³ d'une dilution au 1/800e, il faudra utiliser la dilution au 1/400 dont 0,5 cm³ contiendront 2 unités.

Titrage du complément. — On prépare d'abord une dilution de complément au 1/30. Si l'immunsérum risque d'avoir des propriétés anti-complémentaires, il est prudent de réaliser le titrage en présence de ce dernier (à une dilution correspondant à la concentration la plus forte de celles qu'on compte utiliser dans l'épreuve sérologique). L'essai sera disposé de la façon suivante :

Tubes	*Compl. 1/30*	*Im. sérum*	*Sol. phys.*		*Hémolysine 2 u.*	*Hématies 2-5 %*
1	0,2 cm³	0,5	1,3 cm³		0,5 cm³	0,5 cm³
2	0,25 cm³	»	1,3 cm³		»	»
3	0,3 cm³	»	1,2 cm³		»	»
4	0,35 cm³	»	1,2 cm³	1 h à 37°	»	»
5	0,4 cm³	»	1,1 cm³	au bain-marie	»	»
6	0,45 cm³	»	1,1 cm³		»	»
7	0,5 cm³	»	1,0 cm³		»	»
8	0	0	2,5		0	»

L'hémolysine et les hématies sont apportées lorsque les tubes sont restés une heure au bain-marie (1). On reporte à nouveau 1 h au bain-marie après les avoir ajoutées.

Le premier tube présentant l'hémolyse totale donne *l'unité exacte* de complément. Le tube suivant correspond à *l'unité complète* contenant 0,05 cm³ de complément de plus. Il faut utiliser deux unités complètes pour les épreuves sérologiques ultérieures.

Par exemple : si l'unité exacte *Ue* correspond à 0,3 cm³ de complément, l'Unité complète *Uc* correspond à 0,35 cm³. La dose à utiliser est donc 2 *Uc* = 0,70 cm³. Dans les épreuves sérologiques ultérieures on ajoutera dans chaque

(1) On peut mettre ces tubes au bain-marie en même temps que la série de titrage de l'hémolysine et gagner ainsi 1 heure.

tube 1 cm³ de complément contenant 2 *Uc*. La dilution à utiliser devra donc être telle qu'un cm³ de celle-ci contienne la même quantité de complément que 0,7 cm³ d'une dilution au 1/30. Cette dilution est donc égale à :

$$\frac{0,7}{30} = \frac{1}{43}.$$

Le tableau suivant indique les dilutions de complément à utiliser pour avoir 2 *Uc* par cm³.

Uc	*Uc*	*2 Uc*	*Dilution*	*Préparation*
0,2	0,25	0,5	1/60	1 cm³ sérum frais + 59 cm³ solution physiol.
0,25	0,3	0,6	1/50	» » » + 49 » »
0,3	0,35	0,7	1/43	» » » + 42 » »
0,35	0,4	0,8	1/37	» » » + 36 » »
0,4	0,45	0,9	1/33	» » » + 32 » »
0,45	0,5	1,0	1/30	» » » + 29 » »
0,5	0,55	1,1	1/27	» » » + 26 » »

Le complément doit être dilué avec du sérum physiologique très frais et au moment même de l'usage. En l'espace d'une heure, il se détériore déjà d'une façon sensible à la température ordinaire.

L'épreuve sérologique. — La réalisation de l'épreuve sérologique sera réalisée d'une façon variable selon le but fixé. Si l'on désire faire la diagnose d'un virus inconnu dans une solution très diluée (1) on utilisera une gamme de dilutions de sérums sur lesquels on fera agir la solution de virus. Si l'on désire doser un virus on fera agir au contraire une gamme de dilutions de ce dernier sur un sérum à dilution constante ; un virus étalon, de concentration connue, étant traité de même, le rapport des limites de dilutions de l'étalon et de la préparation étudiée permettra de calculer la concentration en virus de cette dernière. On peut, à l'inverse, comparer la puissance de deux sérums en déterminant leurs limites de dilutions respectives en présence d'une même préparation de virus. Enfin, si l'on désire faire une étude très complète du comportement d'un virus en présence de son immunsérum, on fera varier à la fois les dilutions de ce dernier et du virus. L'examen des résultats permettra de déterminer, en vue d'expériences ultérieures la dilution de virus la plus convenable à utiliser pour doser le virus. En outre il mettra en évidence le phénomène de zone, s'il existe.

C'est dans ce dernier cas, de beaucoup plus compliqué, que nous allons nous placer. Le lecteur pourra imaginer lui-même les simplifications qu'il est possible d'apporter à ce schéma en vue de tel essai particulier.

On prépare des dilutions de virus en progression géométrique, par exemple :

1/100 — 1/200 — 1/400 — 1/800 — 1/1600 — 1/3200 — 1/6400

(1) La fixation du complément ne se légitime pas pour cet usage si le virus est concentré. Dans ce cas en effet la réaction de précipitation fournira le résultat bien plus rapidement et avec la même sécurité.

de même pour les dilutions de sérum chauffé, soit :

1/50 — 1/100 — 1/200 — 1/400 — 1/800 — 1/1600 — 1/3200

On dispose alors sur le portoir du bain-marie 7 séries de 7 tubes (ou davantage si l'on pousse les dilutions plus loin). Nous numéroterons en chiffres romains les séries contenant une même dilution de sérums et une série de dilutions de virus, en chiffres arabes, les séries perpendiculaires correspondant aux dilutions de sérum pour une quantité de virus constante. La disposition des tubes est la suivante :

	1	2	3	4	5	6	7	
I	o	o	o	o	o	o	o	
II	o	o	o	o	o	o	o	
III	o	o	o	o	o	o	o	
IV	o	o	o	o	o	o	o	
V	o	o	o	o	o	o	o	
VI	o	o	o	o	o	o	o	o S.T.
VII	o	o	o	o	o	o	o	o S.H.T.

Dans chaque tube de la série I on verse, au rhéomètre, 0,5 cm³ de sérum au 1/50, dans chaque tube de la série II 0,5 cm³ de sérum au 1/100, dans la série III 0,5 cm³ de sérum au 1/200 et ainsi de suite. On prend ensuite les séries perpendiculaires 1, 2, 3 etc..., en mettant 0,5 cm³ de virus au 1/100 dans la première, 0,5 cm³ de virus au 1/200 dans la seconde et ainsi de suite.

On ajoute ensuite à tous les tubes 1 cm³ de complément contenant 2 U*c*. On dispose enfin du *sérum témoin* S. T. contenant 0,5 cm³ de sérum au 1/50 et 1 cm³ de complément (2 U*c*) et un *système hémolytique témoin* S. H. T. contenant 1 cm³ de solution physiologique et 1 cm³ de complément (2 U*c*).

Les tubes sont secoués et placés à la glacière (temp. + 7-8°) pendant 15 h. à 18 h. On les réchauffe à la sortie de la glacière en les plaçant 10 min. au bain-marie à 37°. On ajoute ensuite à tous les tubes 0,5 cm³ d'hémolysine, contenant 2 unités et 0,5 cm³ d'une suspension d'hématies à 2 %. On mélange et on place les tubes 1 h. au bain-marie à 37°.

A la sortie, le système hémolytique témoin et le sérum témoin doivent présenter une hémolyse totale pour que la réaction soit valable. On note ensuite le degré d'hémolyse des différents tubes. Le système de notation le plus commode consiste à représenter l'intensité de la réaction par un certain nombre de signes + juxtaposés.

Pas d'hémolyse : ++++ (la réaction primaire est franchement positive).
Hémolyse totale : o (la réaction primaire est franchement négative).

Les hémolyses partielles seront indiquées par un nombre de signes + d'autant plus faible que l'hémolyse sera plus forte.

Au sortir du bain-marie les tubes non hémolysés présentent une coloration rose assez trouble, tandis que les tubes hémolysés sont rouges et transparents. Les différences de transparence et d'intensité de coloration permettent d'apprécier les divers degrés d'hémolyse. Il est recommandé de faire une première nota-

tion au sortir du bain-marie suivie d'une seconde après plusieurs heures. Les hématies sont alors disposées au fond des tubes. Lorsqu'il n'y a pas d'hémolyse on observe un culot surmonté d'un liquide incolore. S'il y a hémolyse partielle le culot est surmonté d'un liquide plus ou moins rouge selon le degré d'hémolyse. Enfin lorsqu'il y a hémolyse totale le culot est pratiquement nul et le liquide très coloré. La deuxième notation est parfois plus précise que la première lorsqu'il s'agit de noter des hémolyses très faibles pour mieux préciser la limite.

III. — RÉSULTATS OBTENUS, PAR LA TECHNIQUE DE KOLMER, AVEC CERTAINS VIRUS ET CERTAINS EXTRAITS VÉGÉTAUX

Nous avons éprouvé la technique de KOLMER sur certains virus et certains extraits végétaux. Nous avons utilisé, à cet effet, le virus de la Mosaïque du Tabac et les virus X et Y de la Pomme de terre, extraits du Tabac. L'action antigénique des jus de Tabacs sains a été étudiée par comparaison.

Sensibilité de la méthode. — Pour déterminer la sensibilité de la méthode, nous avons comparé la dilution limite fournie par différentes préparations purifiées de virus en précipitation sur lame en présence de sérum pur (4) et par fixation du complément avec le même sérum dilué 50 fois dans la plupart des essais. Le tableau suivant donne les résultats. Nous appelons coefficient de sensibilité le coefficient par lequel il convient de multiplier la dilution limite sur lame pour obtenir celle que fournit la fixation du complément.

Virus	*Dil. limite sur lame (sérum pur)*	*Dil. limite en fix. compl. (en présence de sérum au 1/50)*	*Coef. de sensibilité*
Virus X	1/100	1/12.800	128
Virus Y	1/300	1/12.800	42
Virus de la Mosaïque du Tabac	1/300	1/12.800	42
Virus X	1/160	1/2.400 (sérum au 1/100)	15

On voit donc que la sensibilité de la méthode est considérablement supérieure à celle de la microréaction et permet de déceler des quantités de virus très faibles. Ces coefficients de sensibilité sont tous obtenus en opérant la fixation du complément à 7° pendant une nuit. Ils supposent aussi que le complément est convenablement dosé et qu'on n'en utilise pas un excès.

Dans un certain nombre d'essais nous avons éprouvé une série de dilutions de virus en présence d'une gamme de dilutions de sérums. Nous n'avons généralement pas observé de phénomènes de zone. Il y a parfois cependant une post-zone peu accentuée. Les deux tableaux suivants en fournissent des exemples. Le signe O indique qu'il y a hémolyse totale (réaction négative). Les quatre croix signifient absence d'hémolyse (réaction positive) ; les hémolyses partielles sont représentées par une à trois croix suivant leur importance. Enfin le signe ± indique une hémolyse presque totale.

Dans tous les tableaux, les colonnes verticales correspondent à une même dilution de virus et les lignes horizontales à une même dilution de sérum.

TABLEAU I

Virus de la Mosaïque du Tabac et son immunsérum
(fixation du complément à 7°)

Dilution du sérum	Dilution du virus : 1/100	1/200	1/400	1/800	1/1.600	1/3.200	1/6.400
1/50	++	++	++	++	++	++	+++
	+ +	− −	+ +	+ +	+ +	++	
1/100	++	++	++	++	++		
	++	++	++	++	+	o	o
1/200	++	++	++	++	++		
	++	++	++	++		o	o
1/400	++	++	++	+	o		
	++	++	++			o	o
1/800	+	ε	+(+)	?	o	o	o
1/1.600	o	ε	+	+	o	o	o
1/3.200	o	o	o	o	o	o	o

On remarquera sur ce tableau une légère post zone (inhibition de la réaction avec le sérum dilué au 1/600 en présence d'un excès d'antigène).

TABLEAU II

Virus X de la Pomme de Terre et son immunsérum
(fixation du complément à 7°)

Dilution du sérum	Dilution du virus : 1/100	1/200	1/400	1/800	1/1.600	1/3.200	1/6.400
1/10	++	++	++	++	+	+	
	++	++	++	+			o
1/50	++	++	++	++	+	o	
	++	++	+				o
1/100	++	++	++	++	+	o	
	++	++	++				o
1/200	++	++	++	++	ε	o	
	++	++	++				o
1/400	++	++	++	ε	o	o	
	++	++	+				o
1/800	+ +	- -	+ +	o	o	o	
	+ +	++	++				o
1/1.600	o	ε	+	o	o	o	o
1/3.200	o	o	o	o	o	o	o

Cet exemple manifeste également une légère post-zone.

Il est intéressant de comparer ce type de réaction avec celui que fournit la précipitation sur lame. En voici un exemple se rapportant au virus X. Le nombre de croix indique l'importance du précipité.

TABLEAU III

Précipitation du virus X par son immunsérum (sur lame)

Dilution du sérum	Dilution du virus : Virus pur	1/2	1/5	1/10	1/50	1/100	1/125	1/150	1/200	1/300	1/400	1/500
Sérum Pur	++ +	++ +	++	++	ε	ε	+	ε	ε	ε	ε	ε
1/2	++ +	++ +	++	++	ε	ε	ε +	ε	ε	ε	ε	o
1/4	++ +	++	+	+	ε	+	ε	ε	ε	ε	ε	o
1/8	++ +	++ +	++	++	+	ε	ε	ε	ε	ε	ε	o
1/10	++	++	++	++	+	ε	ε	ε	ε	ε	ε	o
1/50	++ +	++ +	++ +	++	+	ε	ε	ε	o	o	o	o
1/100	++ +	++ +	++	+	ε	ε	ε	o	o	o	o	o
1/150	++	++	++	+	ε	o	o	o	o	o	o	o
1/200	+	+	+(+)	+	ε	o	o	o	o	o	o	o
1/300	+	+	+	+	ε	o	o	o	o	o	o	o
1/400	+	+	ε	ε	ε	o	o	o	o	o	o	o
1/500	ε	ε	ε	ε	o	o	o	o	o	o	o	o
1/600	o	ε	ε	ε	o	o	o	o	o	o	o	o
1/700	o	ε	ε	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1/800	o	ε	ε	o	o	o	o	o	o	o	o	o
1/1.000	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

On voit que la limite de dilution du sérum en présence de la préparation de virus la plus concentrée dépasse largement la limite de dilution du virus en présence de sérum pur (1/800 contre 1/500). En fixation du complément c'est l'inverse qui se produit. Ceci s'explique si l'on songe que le principe des deux réactions est foncièrement différent. Les virus que nous étudions ici ont des particules très allongées et fournissent pour cette raison des précipités floconneux d'autant plus volumineux qu'ils sont plus riches en virus. Il ne paraît pas interdit de supposer que dans la zone d'excès de virus les agrégats sont plus longtemps visibles que dans la zone d'excès d'anticorps parce que contenant une proportion plus grande de particules allongées de virus et, de ce fait, restent moins denses et de dimensions plus grandes. Dans les jus bruts ceci est accentué

par le fait que les jus peu dilués renferment des colloïdes qui peuvent être adsorbés par les agrégats de virus et grossir ainsi les précipités. Ces facteurs ne peuvent pas jouer dans la réaction de fixation du complément.

Comparaison entre la fixation du complément à 7° et à 37°. — Certains auteurs préconisent la fixation du complément à 37° (1 h au bain-marie). La sensibilité de la réaction est beaucoup plus faible que si la fixation est réalisée à 7° pendant 12 h (5). En voici quelques exemples. Nous avons utilisé dans tous les cas les immunsérums à une dilution de 1/50.

TABLEAU IV

Dilutions du virus

		1/100	1/200	1/400	1/800	1/1.600	1/3.200	1/6.400	1/12.800	
Virus X	à 37°	++	++	++	++	o	o	o	o	Limite de dilution en précipitation sur lame 1/100.
		++	++	+						
	à 7°	++	++	++	++	+++	++	++	++	
		++	++	++	++					
Virus Y	à 37°	++	++	++	++	+	o	o	o	Limite de dilution sur lame 1/300.
		+	+	+						
	à 7°	++	++	++	++	++	+++	+++	+	
		++	++	++	++	++				
Virus de la Mosaïque du Tabac	à 37°	++	++	++	+	o	o	o	o	Limite de dilution sur lame 1/300.
		+	+	+						
	à 7°	++	++	++	++	++	++	++	++	
		++	++	++	+	+	+			

(Les limites de dilutions sur lame ont été déterminées avec un sérum pur). La fixation à 37° nous paraît donc à déconseiller.

Action des sérums antivirus sur les jus de plantes saines en fixation du complément. — Les sérums utilisés dans nos réactions étaient obtenus à partir de virus extraits du Tabac. Les virus avaient été partiellement purifiés et concentrés, soit par relarguage au sulfate d'ammonium, soit par centrifugation dans une hypercentrifugeuse type « Sharpless ». Il restait cependant suffisamment de protéines normales dans les extraits injectés au Lapin pour que le sérum renfermât les anticorps correspondants. En microréaction de précipitation les jus de Tabacs sains produisent un précipité en présence du sérum, mais la réaction est beaucoup plus faible qu'avec le virus et très irrégulière d'une plante à l'autre. En fixation du complément l'action antigénique des jus de Tabacs sains est extrêmement nette (1). Les tableaux suivants en fournissent des exemples.

(1) CHESTER (2) n'a pas observé de fixation de complément en faisant agir un jus sain de la plante ayant servi à fabriquer le sérum. Nous sommes ici en contradiction avec lui.

TABLEAU V

Action d'un jus de Tabac sain sur un sérum antivirus X

Dilutions du sérum	Dilution du jus sain : 1/20	1/40	1/80	1/160	1/320	1/640	1/1.280	1/2.560	1/5.120
1/20	++	++	+++	+++	+++	+++	++	++	+
1/40	±	±	±	±	+	+	+	o	o
1/80	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Le phénomène de post-zone est très accentué dans le cas particulier examiné ici.

L'action est variable et peut être plus marquée que dans l'exemple cité. Néanmoins la limite de dilution du sérum en présence d'un jus sain paraît toujours beaucoup plus faible que la limite de dilution du même sérum en présence d'un jus de plante infectée par son virus homologue, la dilution du jus sain et du jus de plante malade étant bien entendu la même.

Élimination de l'action antiprotéine normale des sérums. — Pour les microréactions de précipitation sur lame, l'action antiprotéine normale des sérums obtenus à partir de virus cultivés sur Tabac est facile à éliminer. Il suffit de faire agir sur le sérum un volume égal de jus de Tabac sain et de laisser incuber. Une incubation de 10 à 12 h à 20° convient parfaitement dans le cas des virus étudiés lorsqu'on les extrait du Tabac. Le précipité est éliminé par centrifugation et le sérum éprouvé à nouveau sur lame en présence d'un jus de Tabac sain ne donne généralement plus de précipité visible.

Cet épuisement du sérum en antiprotéines normales de Tabac par addition d'un volume égal de jus sain est cependant incomplet. Avec la réaction de fixation du complément, on peut encore mettre en évidence une action antiprotéines normales assez nette. Le tableau VI (p. 96) en fournit un exemple.

A vrai dire nous avons rarement pu réaliser avec succès de telles réactions et celle que nous donnons en exemple paraît elle-même peu normale. Avec le sérum au 1 40 par exemple, on observe une chute brusque de l'hémolyse faible à l'hémolyse presque complète ; or l'hémolyse complète n'est pas encore atteinte au 1 5180, ce qui paraît, pour le moins, assez singulier. Néanmoins il y a hémolyse totale des témoins et, si les limites de dilutions restent problématiques, on peut affirmer cependant que le sérum n'a pas perdu la totalité de son action antiprotéine normale.

Dans la majorité des cas la réaction ne réussit pas. Il n'y a hémolyse nulle part lorsqu'on utilise un sérum à une dilution raisonnable, telle que le 1/50.

Seul le système hémolytique témoin présente une hémolyse. Les hématies contenues dans le sérum témoin restent intactes. Ceci montre que l'absence d'hémolyse est due à une fixation du complément par le sérum traité avec un jus de plantes saines. Ce sérum présente donc une action anticomplémentaire. Nous nous sommes demandé si celle-ci ne tiendrait pas au fait que l'union des protéines normales et des anticorps qui lui correspondent dans le sérum ne s'effectuerait pas d'une façon incomplète à 20° et reprendrait lorsque les tubes sont mis au bain-marie à 37°. Nous avons constaté alors, à l'encontre de cette hypothèse , que l'action anticomplémentaire restait aussi puissante si l'on faisait suivre les 12 h d'incubation à 20° d'une nouvelle incubation de 2 h à 37°. Cette action est si forte qu'en ajoutant 4 Uc de complément au lieu de deux, on ne parvient pas toujours à provoquer l'hémolyse.

TABLEAU VI

Action d'un jus de Tabac sain sur un sérum anti-virus X traité volume à volume

Dilutions du sérum	Dilution du jus sain :								
	1/20	1/40	1/80	1/160	1/320	1/640	1/1.280	1/2.550	1/5.180
1/40	+++	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε	ε
1/80	+++	ε	ε	ε	ε	ε	ε	o	o
1/160	+	o	o	o	o	o	o	o	o
1/320	o	o	o	o	o	o	o	o	o

Au cours d'autres essais ayant pour but de rechercher si, en augmentant d'une façon importante la quantité de jus de plante saine, on pouvait faire disparaître d'une façon complète les antiprotéines normales, nous avions constaté que les sérums auxquels on avait ajouté 20 fois leur volume de jus sain ne présentaient qu'une faible action anticomplémentaire. En vue d'approfondir cette question nous avons éprouvé l'action anticomplémentaire d'un sérum anti-virus X incubé 12 h à 20° en présence d'une quantité de jus sain variant depuis le 1/40 de son volume jusqu'à 40 fois son volume. A 0,5 cm³ de chaque échantillon amené à une dilution 1/40 (compte tenu de la dilution préalable due à l'addition du jus de Tabac), on ajoute 1 cm³ de complément (2 Uc) (1), on porte ensuite à 7° pendant 12 h et on ajoute le lendemain 0,5 cm³ d'hémolysine (2 Uc).

Au sortir du bain-marie, nous avons obtenu les résultats portés dans le tableau VII :

L'hémolyse se faisait donc bien lorsque le volume de jus de Tabac sain atteignait ou dépassait 15 vol. de sérum. Dans certains cas néanmoins les 2Uc

(1) Ces 2 Uc ont été déterminées sans ajouter l'immunserum.

TABLEAU VII

Volume de jus de Tabac sain pour 1 volume de sérum anti-virus X

	1/40	1/35	1/30	1/25	1/20	1/15	1/10	1/5	Système hémolytique témoin
1re lecture	+	++	++	++	+	++	++	++	o
Lecture après 3 heures	ε	+	ε	+	ε	+	ε	+	o

	1/1	5	10	15	20	25	30	35	40	Système hémolytique témoin
1re lecture	++	++	++	o	o	o	o	o	o	o
Lecture après 3 heures	ε	ε	+	o	o	o	o	o	o	o

déterminées lors du dosage du complément, sans ajouter l'immunsérum, se révèlent insuffisantes. Nous avons ainsi obtenu, dans un autre essai, une action anticomplémentaire se manifestant sur toute la série des tubes comme l'indique le tableau suivant :

TABLEAU VIII

	1/40	1/35	1/30	1/25	1/20	1/15	1/10	1/5	Système hémolytique témoin
1re lecture	++	++	++	++	++	++	++	++	o
Lecture après 3 heures	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	++	o

	1/1	5	10	15	20	25	30	35	40	Système hémolytique témoin
1re lecture	++	++	++	++	++	++	++	++	++	o
Lecture après 3 heures	++	++	++	++	+	+	+	++	++	o

Si dans le même essai l'on mettait 4 U*c* au lieu de 2 U*c* de complément, on obtenait les résultats suivants (tableau IX, p. 98) :

On voit donc que si l'on épuise les antiprotéines normales du sérum avec plus de 15 vol. de jus de Tabac sain l'action anticomplémentaire devient faible. Il est cependant plus que prudent d'effectuer le dosage du complément en présence de ce sérum épuisé, car les 2 U*c* mesurées en présence du seul sérum physiologique peuvent se révéler insuffisantes. De plus, l'action anticomplémen-

TABLEAU IX

	1/40	1/35	1/30	1/25	1/20	1/15	1/10	1/5	Système hémolytique témoin
1re lecture	± −	± ±	+ +	+ +	+ +	± +	+ +	+ +	o
Lecture après 3 heures	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	o

	1/1	. 5	10	15	20	25	30	35	40	Système hémolytique témoin
1re lecture	+ + +	+ − +	+ + +	o	o	o	o	o	o	o
Lecture après 3 heures	+ +	+ +	o	o	o	o	o	o	o	o

taire paraît plus importante lorsque la fixation est réalisée à 37° que lorsqu'on porte à la glacière. Le titrage du complément réalisé en présence de sérum épuisé par 20 fois son volume de jus de plante saine est alors indispensable. D'une manière générale d'ailleurs, des actions anticomplémentaires étant susceptibles de se manifester même dans des sérums n'ayant pas reçu de jus sain, il est toujours prudent de titrer le complément en présence de l'immunsérum destiné à être utilisé dans l'essai entrepris et à la dilution envisagée pour ce dernier.

Quelle est la cause de l'action anticomplémentaire des sérums traités par des jus de Tabacs sains ? Les résultats que nous avons relatés montrent que celle-ci est faible ou nulle en présence d'une grande quantité de jus sain, c'est-à-dire d'une quantité importante de protéines normales. On peut supposer qu'on se trouverait alors dans la zone d'équivalence, le complexe antigène-anticorps précipitant alors en presque totalité, ce qui permettrait de l'éliminer par centrifugation. Avec des proportions de jus plus faibles une partie du complexe formerait des agrégats très petits non éliminés en totalité lors de la centrifugation et restant par conséquent dans le sérum en quantité suffisante pour permettre à celui-ci de fixer le complément dès sa mise en contact avec ce dernier. Cette explication reste d'ailleurs purement hypothétique. Sa vraisemblance vient du fait que c'est seulement au voisinage de la proportion 1 (de sérum), pour 20 (de jus de Tabac sain) que les antiprotéines normales paraissent éliminées en totalité. C'est alors à partir de cette proportion que l'on pénétrerait dans la zone d'équivalence.

Quelle que soit l'interprétation admise il reste que l'on peut donc conseiller l'épuisement des sérums avec 20 fois leur volume de jus de Tabac sain. Il convient d'ailleurs d'être prudent et de vérifier que l'épuisement est bien total car, ainsi que nous avons eu l'occasion de l'indiquer, la teneur des jus de Tabac en protéines normales paraît variable d'un échantillon à l'autre.

CONCLUSION

Ces quelques observations montrent que la technique de fixation du complément peut rendre de grands services pour la détection de faibles quantités de virus. Elle permet des appréciations quantitatives, *à condition toutefois que les deux échantillons comparés soient traités en même temps*. Une même préparation de virus peut en effet donner deux limites différentes avec un même sérum au cours de deux dosages successifs pour peu que la quantité de complément ou d'hémolysine ait un peu varié, que la durée ou la température de fixation n'aient pas été exactement les mêmes dans les deux essais, etc... De plus, il est difficile de faire des dosages précis sans multiplier exagérément le nombre de tubes. Les échelles de dilution en progression géométrique permettent cependant de fixer l'ordre de grandeur de la concentration en virus. La microméthode de précipitation sur lame se prête à des évaluations beaucoup plus précises (P. LIMASSET et H. A. de MONTGREMIER 4).

Cette étude ne prétend d'ailleurs pas être complète. Nous avons simplement voulu fixer les principes de l'application des techniques de fixation de complément au diagnostic des virus et signaler quelques écueils. Ces techniques ont été peu utilisées jusqu'à présent. Il se peut que d'autres difficultés méritent d'être envisagées ultérieurement.

La fixation du complément, en raison de sa lenteur et de ses difficultés, ne saurait être en tout cas, sauf perfectionnement ultérieur, qu'une technique de laboratoire très utile pour certaines recherches délicates, mais il ne peut être question, à l'heure actuelle, d'envisager son utilisation pour des diagnostics en grande série en vue de la détection des virus dans des cultures.

Reçu le 7 juillet 1951.

BIBLIOGRAPHIE

(1) BAWDEN. — Plant virus and virus diseases, 1 vol., 327 p, 3e édition Waltham. U. S. A. 1950.
(2) CHESTER (K. S.). — Serological evidence in plant virus classification. *Phytopath.*, XXV, 686-701, 1935.
(3) KOLMER (J. A.) et BOERNER (F.). — Approved laboratory technic, 4e édition, 1 vol., 1 017 p. *Appleton-century croft*, 1945.
(4) LIMASSET (P.) et AUGIER DE MONTGREMIER (H.). — La microméthode sérologique pour l'étude des viroses végétales. *Ann. Ep.*, XII, 173-185, 1947.
(5) TALL (M. G.), PRICE (W. C.) et WERTMANN. — Differenciation of Tobacco and Tomato Ring Spot viruses by cross immunisation and complement fixation. *Phytopatho.*, XXIX, 2, 288-299, 1949.
(6) SMITH (K. M.). — Recent advances in the study of plant viruses, 2e édition, 1 vol., *Churchill*, 300 p., 1951.

NOTES PHYTOSANITAIRES

RÉPERTOIRE ANALYTIQUE DES ESPÈCES ANIMALES NUISIBLES AUX CULTURES EN FRANCE (MÉTROPOLE ET DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER) AYANT PRÉSENTÉ D'INTÉRESSANTES PARTICULARITÉS EN 1950

Documentation réunie par le Service de la Protection des Végétaux et par l'Institut National de la Recherche Agronomique, groupée et présentée par

A. HOFFMANN

Laboratoire de Faunistique, Station centrale de zoologie agricole, Versailles

I. — ESPÈCES NOUVELLES OU FAISANT DES DEGATS ANORMAUX

Hémiptères

Pterochlorus longipes Duf (*Aphididae*). — Ce Puceron a été observé, en certains endroits, dans les châtaigneraies de la Corrèze. Abondance d'oeufs d'hiver et de femelles vivipares-aptères, notable en novembre-décembre, sur le Châtaignier (Sta. Amé. du Châtaignier à Brive. Laboratoire Faun. Versailles).

Sipha maidis Fitch (*Aphid*). — Des dégâts aux jeunes épis de Seigle, dus à ce Puceron, en Haute-Vienne, en mai, ont réduit la récolte de certaines parcelles de plus de 20 p. cent (D. S. A. Haute-Vienne). La même espèce avait fait de gros ravages, l'an dernier, sur Blé , à Feucherolles (S. et O.) (Faun. Versailles).

Lépidoptères

Phalera bucephala L. (*Notodontidae*). — La Chenille s'est montrée particulièrement nuisible, dans le cours de l'été (juin à début d'août), sur les Châtaigniers, en Corrèze (St. d'Amélioration du Châtaignier de Brive. — Faun. Versailles). — L'espèce est habituellement inféodée aux chênes à feuilles caduques et persistantes, au Hêtre, au Tilleul.

Thaumetopea processionnea L. (La Processionnaire du Chêne). — Cette espèce, dont les premières attaques remontent à 1945, dans la forêt de Mantes-Gassicourt (S. et O.) continue de pulluler et semble étendre ses ravages dans le domaine forestier de l'Eure, notamment dans les forêts de Vernon et des Andelys (St. Centr. Zool. agr. Versailles).

Depressaria nervosa Haw. (La Teigne de la Carotte). Les rendements en graines de Carotte, dans la région de Bollène-Avignon, sont descendus en 1948-1950 à 400 kg par hectare, soit la moitié du taux normal, à cause des dégâts de cet insecte (Enquête Hoffmann-Nepveu) [1].

Depressaria depressella Hubn. — Dans la région de Valence, la destruction des ombelles de la Carotte est due à cette espèce très voisine de la précédente et de moeurs analogues (Enquête Hoffmann, juin 1950).

[1] cf. Hoffmann et nepveu, *Revue Zool. agr. appl.* 1950, nº 7-12.

Plodia interpunctella HUBN. — Ce Pyralide a ravagé d'importants stocks de graines de laitue, à Bretigny-sur-Orge (S. et O.) en septembre-octobre, ainsi qu'à Angers, en octobre (Fn. Versailles, A. HOFFMANN, dét.).

Acrolepia assectella L. (La Teigne du Poireau). — Les attaques sur les porte-graines, en Vaucluse, ont provoqué une chute de production en graines, de l'ordre de 60 à 80 p. cent pour les poireaux, et de 40 à 50 p. cent pour les oignons (Enquête HOFFMANN-NEPVEU).

Sitotroga cerealella OL. (L'Alucite des grains). — Des lots importants de maïs, destinés au gavage des oies, dans le Sud-Ouest, ont été contaminés par ce papillon. Les déprédations semblent avoir été occasionnées par la dernière génération, sur les épis, avant la récolte (Services de la Production agricole du Ministère de l'Agriculture et Fn. Versailles).

Diptères

Bibio hortulanus L. . — Les larves ont commis de graves dégâts aux racines de pommes de terre, dans le Bas-Rhin, notamment à Reichsfeld, où l'insecte pullule. Les racines étant attaquées, il en résulte l'atrophie des jeunes tubercules et leur flétrissement, en mai-juin. Les larves hivernent et se trouvent en nombre considérable en novembre (P. V. Strasbourg, Fn. Versailles).

Chortophila (*Crimura*) *cilicrura* ROND. (*florilega* ZETT. — *cana* MACQ.). — Les asticots de cette mouche polyphage ont été parfois observés sur Haricot, particulièrement en 1937 (1). Ses dégâts, au début de cette année ont été très graves dans de nombreuses régions, sur jeunes plantules de haricot, au moment de la levée. Les cotylédons et la tigelle ont été dévorés, en Eure-et-Loir, surtout aux environs de Chartres, en mai (D. S. A. Eure-et-Loir) ; en Anjou, en avril (P. V. Angers) ; dans le Pas-de-Calais, en avril (D. S. A. Arras); en Seine-et-Oise, région versaillaise (Fn. Versailles) ; dans les Landes en mai (St. Zool. agr. du S. O.). Le même insecte s'attaque, en mai, au Maïs et au Lupin, dans les Landes et la Gironde (St. Zool. agr. S. O.). Il a commis des dégâts appréciables, en avril, sur Melon, en chassis, à Angers (P. V. Angers) et complètement ravagé un champ de blé de 5 hectares, à Croisilles, à 15 km d'Arras (D. S. A. Pas-de-Calais,. Fn Versailles, identif.).

Hyménoptères

Empophytus tener FALL (*Tenthredidae*). — La larve commet des dégâts sur la vigne dans le département de l'Allier ; elle creuse la moelle centrale des sarments, en fin février. Déjà signalé autrefois par OLIVIER, puis par GOURY, en 1911. (Fn. Versailles).

Coléoptères

Ips sexendtatus et *Ips typographus* (*Scolytidae*). — Ces deux xylophages font des ravages considérables aux Résineux, notamment aux Epiceas et aux Pins, dans le domaine forestier Alsaco-Vosgien, dans les Landes et aux plantations des forêts de Sénart et Fontainebleau (P. V. Strasbourg, Fn. Versailles).

Scolytus rugulosus RATZ. — Ce Scolytide, habituellement inféodé aux Rosacées arborescentes, a été cité parfois sur le Noisetier et le Hêtre. Il n'avait jamais été signalé sur les Salinicées ; il a été observé en août, dans le Var, comme s'attaquant au Peuplier, commettant des dégâts évalués à 100 p. cent (P. V. Toulouse, HOFFMANN dét.).

Liparus coronatus GOEZ. (Le Charançon de la Carotte). Se montre très nuisible aux racines des Carottes porte-graines de la Drôme, surtout à Malissard, Chabreuil, Charpy, St-Didier ; les dégâts ont lieu de mai à septembre (enquête A. HOFFMANN, 1950).

Lixus junci TOH. (Le Lixus de la Betterave). Ses dégâts considérables, durant ces dernières années, en Anjou, s'observent également en Vaucluse où les pertes en betteraves porte-graines, en 1950, ont été parfois de 90 p. cent, durant la période de mai à juillet (enquête HOFFMANN-NEPVEU). Se trouve aussi dans les Landes (larves et adultes en août-septembre), 50 p. cent des feuilles attaquées (LABEYRIE, HOFFMANN, dét.).

Strophosomus porcellus SCH. — Ce Charançon s'est montré fort nuisible, en août, aux jeunes greffes et au collet de la vigne, à Gravellac (Tarn) (P. V. et D. S. A. du Tarn). Signalé autrefois comme nocif aux cultures potagères, dans l'Hérault (DELMAS).

(1) A. COUTURIER — Remarques sur une attaque de *C. cilicrura* ROND., sur Haricot *Rev. Zool. agr. et appl.* 1937.

Penthartrum Huttoni WOLL. (*Curculionide*). — Dégâts graves dans les celliers où la larve s'attaque aux solives, sommiers, tonnes en chêne, du printemps à l'automne, à Manesqueville (Eure). Considéré jusqu'alors comme n'attaquant que les bois blancs (Fn. Versailles).

Otiorrhynchus meridionalis GYLL. (*Curc.*). - Cette espèce, inconnue autrefois dans le bassin de la Seine, signalée pour la première fois aux environs de Paris en 1915, a gagné progressivement le nord de la capitale. Citée en Seine-et-Oise en 1917. Elle est restée stationnaire, s'étendant seulement çà et là en Seine-et-Marne et dans l'Oise. Elle a été récemment découverte aux environs de Rouen, où elle pullule, faisant des dégâts aux troènes et aux lilas (St. Zool. Rouen, HOFFMANN dét.).

Ceuthorrhynchus assimilis PAYK. (*Curcul.*). — La larve est responsable d'une diminution de la production grainière du Radis, de 80 p. cent, dans certaines régions du Vaucluse ; les dégâts ont lieu de mai à juin (Enquête HOFFMANN-NEPVEU).

Bruchidius varius OL. (*Bruchidae*). - Non encore signalée comme nuisible aux trèfles cultivés, cette Bruche s'avère extrêmement nocive, aux environs d'Orthez (P. O.) où elle a ravagé des cultures importantes de *Trifolium pratense* L., conservées pour l'obtention de la graine. Tous les capitules (100 p. cent) étaient détruits ; on y trouvait de fin juillet à début de septembre, à la fois des larves, des nymphes et des adultes (P. V. Bordeaux, HOFFMANN dét.). Vit habituellement sur des espèces sauvages : *Trifolium arvense, stellatum, album,* etc.

Agrilus sinuatus L. (L'agrile du Poirier). — Les dégâts de ce Bupreste, s'étendent dans les cultures fruitières et pépinières de nombreuses localités de Seine-et-Oise, du Nord, du Pas-de-Calais, de Seine-et-Marne, etc. (Fn. Versailles) ; dans la vallée du Rhône, en Haute-Savoie et Savoie (P. V. Lyon).

Ephis tenuis ERICHSON. — Ce minuscule Cryptophagide serait responsable d'une déformation de la base des tiges d'Oillets, amenant une hypertrophie qui se crevasse longitudinalement et se désorganise, précédant la mort des plantes. Dégâts observés en octobre, dans la région lyonnaise (Sté Progil à Lyon, HOFFMANN dét.).

Calamobius filum ROSSI (*Cerambycidae*). — Pullule dans les Landes, à Aire-sur-Adour, Vieille Tuceau ; dans le Gers (D. S. A. du Gers et P.V. Toulouse). Dégâts en juin-juillet,de 10 à 25 p. cent, sur chaumes de blé. Dégâts notables en Haute-Loire, Haute-Vienne, Creuse et Charente-Maritime (Enquête St. Zool. sud-ouest).

Aleurodes

Dialeurodes citri RIL et HOW. — Espèce nuisible aux Agrumes, aurait été observée dans les régions d'Antibes et de Menton (A. M.) (Station Zool. Agric. Antibes) (1).

Mollusques

Helix pisana MULL. — Dégâts importants, en juillet-août, sur diverses cultures potagères, ainsi que sur Luzerne, en Normandie, à Granville et environs (Fn. Versailles). S'attaque gravement aux oyats, région de Lessey (Manche) (P. V. Rennes).

Limnea truncatula MULL. — Très nuisible aux Cressonnières de la région parisienne, surtout à Nauphle-le-Château (S.et-O.) et à Saint-Denis (Seine). En mai, les feuilles de Cresson sont endommagées et souillées, ce qui les rend impropres à la consommation (Fn. Versailles). Une espèce de ce genre, indéterminée, est signalée comme assez nuisible sur la même plante à Bruges (Gironde) (CHABOUSSOU, LABEYRIE).

II. — PULLULATIONS IMPORTANTES

Thysanoptères

Haplothrips tritici KURDJ (Le Thrips du Blé). — La larve a été observée, en novembre , dans les chaumes de blé le 30 septembre 1950, dans la Marne, à Lignon (P. V. de Reims). La présence de ces larves à une époque aussi tardive, pourrait faire croire à plusieurs générations. En réalité il n'y en a qu'une seule, dont l'échelonnement des pontes donne des larves hivernant comme les adultes et se transformant au printemps (Fn. Versailles).

(1) Nous n'avons pas eu communication de cet insecte.

Kakothrips robustus UZEL. — De violentes attaques sur le feuillage et les gousses de Pois ont été constatées dans plusieurs cultures de l'Avignonnais, en juin, dues en grande partie à cette espèce à laquelle était mêlé *Thrips tabaci* LIND. (Enquête HOFFMANN-NEPVEU). Ce dernier Thrips a pullulé en outre dans les cultures d'Oignon. Il en a été de même dans le Haut-Rhin, à Sélestat où les cultures de porte-graines ont eu un rendement presque nul (P. V. Strasbourg).

Hémiptères

Carpocoris purpureipennis DEG. (*Pentatomidae*). — A l'état adulte et larvaire, ses piqûres répétées altèrent gravement les siliques de radis porte-graines, en Vaucluse, surtout à Bollène, en juillet-août (enquête HOFFMANN-NEPVEU).

Stephanitis pyri GEOFFR. (Le Tigre du poirier).— Dégâts généralisés dans tout le Sud-Ouest, de juin à septembre, surtout sur Pommier (St. Zool. agr. Sud-Ouest). Importantes attaques en Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Alpes-Maritimes, en août-septembre (P. V. Marseille).

Typhlocyba rosae L. (*Jacidae*). — Nuisible au Pommier, à l'automne, aux environs de Toulouse (P. V. Toulouse).

Hyalopterus arundinis L. (*Aphididae*) (le Puceron gris-vert du pêcher). — Son abondance et ses dégâts sur les pêchers, en Gironde, du printemps jusqu'en octobre, ont arrêté complètement la croissance de ces arbres, abondante fumagine (St. Zool. Sud-Ouest).

Tettigoniella viridis (*Membracidae*). — Extrêmement nuisible aux peupliers, en pépinières, à Thoury (Loir-et-Cher), en juillet (P. V. Angers).

Chionaspis enonymi COMST. (La Cochenille du Fusain). — Le développement inquiétant de cet insecte, dans la région parisienne, a pour conséquence la disparition progressive du Fusain, dans de nombreux parcs et jardins (Fn. Versailles).

Quadraspidiotus perniciosus COMST.— La distribution du Pou de San-José reste stationnaire dans la région lyonnaise. Quelques nouveaux foyers ont été découverts dans le Cher (Vierzon) (Lab. du Pou de San-José de Saint-Genis-Laval).

Orthoptères

Tachycines anysamorus AUEL. (La Sauterelle japonaise des serres). — Dégâts en avril, sur jeunes semis et jeunes plantes, en serre, à Moulins (Allier) (P. V. Clermont-Ferrand).

Locusta migratoria L. — Un individu de la forme solitaire a été trouvé aux environs de Lyon (SCHAEFER).

Lépidoptères

Lymantria dispar. L. (La Spongieuse). — La chenille défoliatrice de ce papillon a dépouillé presque entièrement de son feuillage une plantation de chênes-liège, dans la région de Porto Vacchio (Corse) ; les dégâts s'étendaient sur près de 5 000 ha (observation de L. SCHAEFER 12 juin 1950).

Hyponomeuta padella L. — Forte pullulation, le 20 juin , au nord de Rouen (S. I.), et à Beauvais (Oise), sur arbres fruitiers et buissons d'aubépine (TROUVELOT et REGNIER).

Anarsia lineatella ZRELL. (La Petite mineuse du pêcher). — Dégâts importants et prolongés sur pêches, en Gironde. Dans le cours des mois de mai, juin et juillet, dans le Réolais, la moitié des fruits ont été attaqués (St. Zool. agr. S. O.).

Laspeyresia leplastriana CURT. (La Tordeuse des Crucifères). — Dégâts sur Colza, à Châteauroux, 20 janvier (D. S. A. Indre-et-Loire), à Melun, S. M. (D. S. A. Melun), à Milly (S.-M.), le 17 février (Fn. Versailles).

Laspeyresia funebrana TREITS. (Carpocapse des prunes). — Très gros dégâts, en juillet, dans le Lot-et-Garonne, s'élevant à 60 et 80 p. cent sur les fruits (St. Zool. agr. Sud-Ouest).

Laspeyresia molesta BUSK. — (La Tordeuse orientale du Pêcher).Pullulations importantes, surtout en juin, dans les Landes, en juillet dans le Bordelais. Dégâts variant de 5 à 10 p. cent sur pêches précoces en juin, atteignant 60 p. cent sur variété Carman récoltée en mi-juillet, et 80 p. cent en août (en Chalosse). Les déprédations sur pousses, en mai, dans certaines pépinières du Lot-et-Garonne, ont atteint 100 p. cent. Dégâts totaux sur poires récoltées en novembre, à Labatut (Landes) (ROEHRICH).

Etiella zinckenella TREIST. — Dégâts des larves, en août-septembre, sur haricots dans leurs gousses, allant jusqu'à 100 p. cent (LABEYRIE, St. Zool. agr. S. O.).

Acrolepia assectella L. (La Teigne du Poireau). — Les poireaux et oignons porte-graines des environs d'Avignon, attaqués par ce papillon, ont vu la production de leurs graines s'abaisser de 60 à 80 p. cent pour les premiers et de 40 à 50 p. cent pour les seconds (Enquête HOFFMANN-NEPVEU).

Hypopta caestrum HUBN. (Chenille en fourreau de l'Asperge). — Cette espèce commet de très importants dégâts, au printemps, dans la région maraîchère d'Avignon (St. Zool. agr. d'Avignon).

Agaope infausta L. (La Zygène paresseuse). — Très nuisible en avril aux bourgeons de cerisier, environs de Toulouse (P. V. Toulouse).

Pygaera anastomasis HUBN. — Attaques de la chenille sur Peuplier, dans la vallée de l'Aube, en août (P. V. Reims).

Poecilocampa populi ZELL. — Egalement nuisible aux peupliers et avec la précédente espèce (P. V. Reims, dét. HOFFMANN).

Diptères

Ceratitis capitata MEIG. (La Mouche des fruits). — Les premières sorties des adultes, en 1950, ont eu lieu vers le 14 juillet, dans la région parisienne, les dégâts ont été moins importants qu'en 1949. Dans la Gironde, cette mouche est apparue tardivement, vers la fin de l'été, de préférence dans les vergers avoisinant les grandes villes (P. V. Bordeaux). Gros ravages, surtout sur pêches et poires tardives, dans le Lyonnais (VASSEUR). Attaques généralisées, en septembre, sur pêches tardives et sur figues (St. Zool. agr. S. O.).

Tipula paludosa MEIG. (La Tipule des marais).— La larve a attaqué gravement les cultures de Lin, aux environs de Lille (Nord) en avril (D. S. A. Lille, HOFFMANN dét.).

Eumerus tuberculatus ROND. — Les larves ont commis des dégâts sur bulbes de Narcisse, à Verton (L. I.) en septembre (P. V. Angers, Fn. Versailles).

Philophylla heraclei L. (La Mouche du Céleri). — Dégâts 30 p. cent sur feuillage du Céleri dans la Gironde (St. Zool. agr. S. O.). Abondant et nuisible dans la région maraîchère d'Achères et Poissy (S. O.) (Fn. Versailles).

Hyménoptères

Athalia colibri CHRIST. (La Tenthrède de la rave). — Importants ravages des larves, sur cresson cultivé pour la graine, atteignant 50 p. cent à Bruges (Gironde), en juin (LABEYRIE, St. Zool. agr. S. O.).

Coléoptères

Baris laticollis MARSH. et *B. chlorizans* GERM. — Pont de la Maye (Gironde). Les larves attaquent 100 p. cent des plants de choux cultivés (St. Zool. agr. S. O. HOFFMANN dét.).

Rhytidoderes plicatus OL. — La larve de ce Charançon est très nuisible aux choux-fleurs, dans le Gard, dans les Bouches-du-Rhône et en Vaucluse, en novembre. (St. Zool. agri. d'Avignon)[1].

Peritelus spaeroides GERM. — Importants dégâts, en avril, dans les pépinières où l'adulte dévore les bourgeons de Prunier, dans le Puy-de-Dôme (P. V. Clermont-Ferrand) ; dans le Bordelais, en avril, ronge les bourgeons de la vigne, au moment du débourrement (CHABOUSSOU et LABEYRIE) ; sur vigne également dans le Vaucluse (P. V. Marseille) ; sur Pêcher, en avril, dans le Lyonnais (P. V. Lyon).

Lema melanopa L. — Ce Chrysomelide attaque l'orge, à partir du mois de mai, dans les Landes et les Basses-Pyrénées, réduisant parfois le rendement de 50 p. cent (Station Zool. agri. du S. O.).

Psylliodes chrysocephala L. (L'Altise du colza).— Les larves issues des pontes de la 2e génération, en septembre 1949, ont continué leurs dégâts cette année, jusqu'en février-mars. Le colza d'hiver a été particulièrement attaqué, ainsi que la navette d'hiver, notamment dans la Marne (P. V. Reims 16.1), l'Eure-et-Loir (D. S. A. Chartres 22.1), la Seine-et-Marne (D. S. A. Melun 17.1), la Seine-et-Oise (P. V. Paris 19.11), le Cher (D.S. A. Bourges

[1] NEPVEU, Au Service de l'agriculture Vauclusienne (*I.N.R.A.* 1950, p. 9, Pl.)

21.11), le Pas-de-Calais (D. S. A. Arras 27.11), l'Yonne (D. S. A. Auxerre, 27.11), la Somme (P. V. Paris 15.11). Dans les tiges de jeunes choux, 40 p. cent à Bazas (Gironde) (St. Zool. Sud-Ouest) ; dans les tiges de plants de choux-fleurs, au Pecq, en mai 80 p. cent de dégâts, provenant de pontes de 1ee génération (Soc. Hort. de Saint-Germain S.-O.). Attaques sur plantules de Colza, en octobre (D. S. A. Eure-et-Loir). Sur racines de rave, 25 p. cent de dégâts en mi-septembre à Orléans (P. V. Angers, HOFFMANN dét.).

Acariens

Bryobia praetiosa BUOSK. — Attaques importantes, en juin, sur pêches, à Montfort en Chalosse (Landes) (St. Zool. agr. Sud-Ouest) ; dans l'Anjou, dans diverses pépinières (P.V. Angers) ; dans la région parisienne, sur pommiers et poiriers, surtout à Bougival, Vaucresson, La Celle Saint-Cloud (Fn. Versailles) ; dans le Nord (D. S. A. Lille) ; dans l'Orléanais (P. V. Orléans).

Tetranychus telarius L. — Dégâts sur Pomme de terre, amenant le desséchement des feuilles et des fleurs, ayant compromis gravement la récolte, à La Maye, par le Crotoy (Somme), début d'août (Fn. Versailles).

Myriapodes

Iulus albipes KOCH. — Attaque les radicelles des betteraves, provoquant un arrêt de végétation préjudiciable à leur développement, en juin-juillet à Forges d'Aunis (Charente-Maritime) (Fn. Versailles).

Nématodes

Ditylenchus dipsaci KUCH. — Diverses cultures ont eu à souffrir de ce parasite ; sur Luzerne à Anduze (Gard) (Lab. nem. Versailles) ; en Dordogne et Gironde, sur Oignons (St. Zool. agr. S. O.), également sur Oignons, à Lezigan (Hérault), attaques très graves (P. V. Montpellier) ; sur Avoine, en Côte d'Or, dégâts importants (Lab. Nem. Versailles) ; sur Seigle, en Gironde (St. Zool. S. O.).

Heterodera marioni (CORNU) GOODY. — Continue d'exercer d'importants dégâts aux cultures maraîchères (surtout melons et tomates), dans le Vaucluse et les Pyrénées Orientales ainsi que sur divers points de la Côte d'Azur (Lab. Nem. Versailles).

Aphelenchoides Ritzema bosi WOL. — S'est montré, cette année, particulièrement nuisible aux cultures du Chrysanthème, dans de nombreuses régions du bassin parisien (lab. Nem Versailles), ainsi que dans le Sud-Ouest, où il a été observé sur Dahlia (St. Zool. S. O.).

Vertébrés

Rongeurs. — La grave pullulation en 1950, due surtout au Campagnol terrestre (*Arvicola terrestris* L.) s'est manifestée notamment dans le Jura, les Alpes de Savoie et du Dauphiné, le Bassin parisien, le Poitou et la Champagne. Ce développement est en voie de nette régression dans toutes les zones précitées, particulièrement dans l'Ile-de-France (Lab. Vertébrés, Versailles).

III. — ESPÈCES NUISIBLES DANS LES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER

a) *Ile de la Réunion.*

Coléoptères

Callosobruchus ornatus BOH. — Cette Bruche se montre très nuisible à diverses Légumineuses, en particulier au Pois du Cap (*Phaseolus lunatus* L.) et à la Dolique (P.V. Réunion, Fn. Versailles).

Zabrotes subfasciatus BOH. — Répandu et nuisible au genre *Phaseolus* (P. V. Réunion, Fn. Versailles).

Oiseaux

Ploce spilonotus NIGON. — Un spécimen de Tisserin, reçu à Versailles a été rapporté à cette espèce (dét. GIBAN). D'après les renseignements fournis par M. R. LUZIAU, Inspecteur de la P.V., ce passereau cause de graves dommages aux épis de maïs, dans la période précé-

dant la maturité. Il s'attaquerait aux fructification s d'autres plantes alimentaires, comme les petits pois, par exemple ; nuisible également aux bourgeons terminaux des palmiers (Lab. Vert. Versailles).

b) *Antilles*.

Hémiptères

Pseudococcus brevipes COMST. (Cochenille blanche ou Mealy-bug). — Nuisible aux Ananas, à la Martinique (P. V. Antilles, Fn. Versailles).

Hyménoptères

Atta sexdens L. et *Atta cephalotes* L. — Ces Fourmis existent en Guyane française, surtout la première, à l'Ile-de-Cayenne (KERVEGAN).

Lépidoptères

Diatraea saccharalis L. (Borer de la Canne à sucre). — Pullule à la Martinique où il commet de gros dégâts à l'état de chenille, dans les tiges de la canne (P. V. Antilles, Fn. Versailles).

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

TULASNE (R.). — **Quelques données récentes sur la biologie des bactéries.** *Bull. assoc. des Diplomés de microbiologie de la fac. de pharm. de Nancy*, 1950, nº 38, p. 6-13, 10 croquis.

Bactérie étudiée : *Proteus vulgaris*. Cytoplasme renfermant de l'acide ribonucléique. Noyau renfermant de l'acide désoxyribonucléique.

I. — *Comportement du noyau au cours de la vie bactérienne* : l'auteur a employé le microscope a contraste de phase pour observer les bactéries *in vivo* et suivre la division du noyau ; le chromosome (unique) se divise longitudinalement. Chaque moitié émigre vers les extrémités de la cellule bactérienne et se divise longitudinalement à son tour ; après quoi la bactérie s'étrangle, séparant deux bactéries filles munies chacunes de deux chromosomes. En prenant leur dimension normale, elles reviennent à la phase de repos avec un seul noyau homogène, volumineux, où l'on ne distingue plus le chromosome. L'A. précise *in fine* que ce n'est là qu'une interprétation des figures observées et que « bien des recherches restent à faire pour confirmer et généraliser l'hypothèse ».

II. — *Mécanisme de la résistance des Bactéries aux antibiotiques* : la Bactérie donne naissance à des microcolonies où se différencient des formes naines (forme L des anglo-saxons) résistives, qui, par conséquent échappent à la lyse générale : la pénicilliorésistance des microcolonies dépasse 2 000 unités au cm^3, alors que 50 unités suffisent pour les bactéries normales. Il y a réversibilité entre formes naines et normales.

— L'auteur n'est pas éloigné de penser avec Charles NICOLLE que ces formes L ne seraient autre que les mystérieux *Rickettsia*, intermédiaires entre bactéries et virus. Les pathologistes sont particulièrement intéressés par ces nouveaux horizons qui expliqueront peut-être « les changements de pouvoir pathogène consécutifs à des changements de Morphologie ». G. K.-L.

SMITH (K. M.). — **Recent advances in the study of plant viruses.** (Progrès récents dans l'étude des virus des plantes). 2e édit. 1 vol., 296 p., 52 fig., *J. A.*, Churchill, Londres, 1951.

La première édition de cet ouvrage, parue en 1933, représentait le premier effort de synthèse des connaissances acquises sur les maladies à virus des plantes. Réalisée à la veille des importants travaux de STANLEY et de BAWDEN et PIRIE sur la purification des virus elle conserve un immense intérêt en fixant un stade crucial de nos connaissances sur les maladies à virus et retiendra longtemps encore l'attention des esprits attirés par l'étude de l'histoire de la pensée scientifique.

Cette nouvelle édition lui succédant à près de vingt ans de distance ne pouvait se présenter autrement que sous la forme d'un livre entièrement nouveau, tant le visage de la virologie s'est transformé en cet espace de temps relativement court. Il est maintenant question d'isolement, de purification, de cristallisation des virus et de microscopie électronique. Nos connaissances relatives aux relations entre les virus et leurs insectes vecteurs, pour obscures et incomplètes qu'elles soient encore, ont cependant beaucoup évolué. Les travaux de sérologie, à peine amorcés en 1933, ont pris une grande ampleur. Nous sommes loin des travaux de pure symptomatologie qui constituaient, avec l'étude des modes de transmission, l'essentiel de la virologie à l'époque que l'on pourrait qualifier de pré-Stanleyenne si ce terme ne manquait d'euphonie et n'avait l'inconvénient de minimiser le rôle considérable joué par BAWDEN et PIRIE dans l'évolution ultérieure de cette science.

L'auteur se heurtait à un double écueil. D'une part son livre venant après celui de BAWDEN qui constitue une remarquable synthèse, il lui était difficile de faire preuve d'originalité en traitant les mêmes problèmes. D'autre part, ainsi qu'il le note lui-même dans sa préface, la virologie englobe maintenant des disciplines si divergentes qu'il devient très difficile à un

seul auteur d'embrasser l'ensemble et de traiter tous les chapitres avec compétence. Le mérite des auteurs de mises au point doit être grand à notre époque. Pour réaliser les œuvres de synthèse dont nous avons d'autant plus besoin que les travaux originaux sont de plus en plus innombrables et rendre ainsi d'incomparables services aux débutants ou à ceux qui désirent se documenter dans une science qui se trouve en marge de leurs travaux personnels, il leur faut avoir le courage de braver l'opinion des spécialistes qui trouveront toujours matière à critiques dans la partie qu'ils connaissent le mieux. Et ce ne sont pas toujours les chercheurs les plus féconds qui se montrent les plus sévères.

Ceci dit nous louerons sans réserve l'auteur pour son remarquable effort. Il nous présente une vue à vol d'oiseau de la virologie à la fois claire et concise et ceux qui veulent se faire une idée exacte de cette science le consulteront avec profit. Evidemment beaucoup de problèmes importants ne sont effleurés que d'une aile, mais l'essentiel, pour un livre d'initiation comme celui-ci n'est-il pas surtout d'ouvrir des portes sur les principaux aperçus, en laissant au lecteur curieux le soin de compléter ses connaissances à d'autres sources ? Seul un très gros traité permettrait de faire davantage. Or il ne saurait être l'œuvre d'un seul.

L'introduction nous fournit un bon résumé des idées sur la nature des virus et des indications relatives à leur importance économique. Vient ensuite l'étude des symptômes et de la physiologie des plantes malades. Le problème de l'immunité est traité d'une façon un peu sommaire et les divers aspects de cette question ne sont peut-être pas mis en évidence avec une fidélité suffisante. Les chapitres suivants traitent des relations entre les virus et leurs insectes vecteurs et des méthodes de transmission des virus. Ils contiennent de nombreux aperçus intéressants, notons en particulier le paragraphe intitulé « mécanique de l'inoculation » où l'auteur explique le mode de pénétration des pièces buccales de l'insecte à l'intérieur des tissus et analyse les facteurs susceptibles de guider celles-ci dans leur trajet.

Le chapitre sur la purification des virus ne nous semble pas vu d'assez haut. Il se présente un peu sous la forme d'une suite de recettes. Il eût peut-être été préférable de dégager quelques principes en négligeant les finesses d'une technique très spécialisée. Les propriétés des virus purifiés sont ensuite exposées avec quelques détails et sont suivies de l'étude des méthodes permettant de déterminer les dimensions des particules des virus : radiations ultraviolettes, microscopie électronique, diffraction des rayons X, sédimentation et diffusion (avec les méthodes de calcul) filtration, inactivation par les radiations. D'importants tableaux indiquent les dimensions de différents virus telles qu'elles sont fournies par les diverses méthodes. La discussion des résultats est intéressante. Il en ressort que les recoupements des différentes méthodes ne permettent d'indiquer avec certitude les dimensions des particules que pour trois virus : Mosaïque du Tabac, Bushy-stunt de la Tomate et Vaccine.

Un chapitre magnifiquement illustré est consacré à la microscopie électronique. On y trouvera notamment une reproduction des très récentes photographies du virus de la Mosaïque du Tabac, *in situ*, dans la cellule végétale, réalisées par WYCKOFF (1950).

L'étude de la mutabilité des virus est envisagée. Un chapitre est ensuite consacré à la sérologie. On peut lui reprocher une documentation d'origine trop exclusivement anglo-américaine. Les travaux allemands et hollandais notamment eussent été mentionnés avec avantage. Il eut été également utile d'insister sur l'intérêt pratique du diagnostic sérologique et de mentionner les micro-méthodes utilisées à cet effet de l'autre côté de la Manche.

Les méthodes de lutte sont envisagées de façon sommaire : sélection sanitaire(d'un point de vue anglais), création de variétés résistantes, méthodes curatives.Nous regrettons de voir la découverte de l'action de l'acide 2-4 Dichlorophénoxyacétique attribuée à Locke (Enroulement de la Pomme de terre) alors que l'étude réalisée en France sur le virus X de la Pomme de terre est un peu antérieure et, de plus, beaucoup plus précise puisque l'inhibition de la multiplication du virus a pu être mesurée grâce au dosage sérologique.

Le livre se termine sur un examen de la classification et de la nomenclature des virus. L'auteur mérite d'être loué pour avoir mis l'accent sur la distinction de ces deux problèmes, cependant intimement liés, pour reconnaître aussi que la nomenclature chiffrée qu'il a tant fait pour propager et qui a rendu d'immenses services en son temps est aujourd'hui dépassée. A l'heure actuelle, estime-t-il, les virologistes ont le choix entre un système comme celui de HOLMES ou l'utilisation de noms vulgaires authentiques (*authentic popular names*) tels que ceux qui ont été proposés par Review of applied Mycology. Cette évolution de l'opinion d'un des plus éminents pionniers de la virologie nous paraît très heureuse bien que nous ne pensions pas que l'abandon de la nomenclature chiffrée pour une nomenclature vulgaire de langue anglaise soit une solution satisfaisante.

En résumé nous avons là un excellent livre rédigé dans un esprit assez différent de celui de BAWDEN et qui sera lu avec fruit par tous ceux qui veulent se faire une idée de l'état actuel de nos connaissances sur les virus des plantes. On remarquera cependant que son titre aurait du être modifié, l'auteur ne traitent pas seulement les acquisitions récentes.

P. L.

PIRIE (N. W.). — **A biochemical approach to viruses.** (Progrès de la connaissance biochimiques des virus). *Nature*, vol. 166, p. 495-496, 1950.

Dans cette courte note de mise au point N. W. PIRIE situe la position très particulière des virus qui reposent à cheval sur la Biochimie et la Biologie. Il insiste sur le fait que l'impossibilité de cultiver les virus « *in vitro* » sur des milieux inertes ne permet pas de déterminer avec sécurité quelle proportion des particules contenues dans une préparation est infectieuse.

Depuis que BAWDEN et PIRIE ont montré que toute une série de virus purifiés étaient constitués par des nucléoprotéines, il devenait évident que les infections étaient essentiellement constituées par une abérration dans le métabolisme de ces substances. L'infection ne donne d'ailleurs peut-être pas lieu à la synthèse d'une seule substance privilégiée ou d'une série de substances ; ainsi dans le cas du virus de la Mosaïque du Tabac où l'on a observé des longueurs de particule comprise entre 180 et 1 400 m μ les données actuellement connues ne permettent pas de supposer que le pouvoir infectieux soit l'apanage d'une seule catégorie de particules bien que celles qui mesurent 280 m μ soient plus infectieuses.

Dans l'étude la de Mosaïque du Tabac toutes les protéines anormales doivent être étudiées. Il se peut que certaines soient sans rapport avec le virus, d'autres des produits de dégradation de ce dernier, d'autres enfin des constituants du virus qui attendent de s'unir pour le former, enfin d'autres seraient le virus fondamental lui-même. Le terme virus doit être d'ailleurs utilisé avec précaution en l'absence de Critérium rigoureux, il n'est pas permis de parler de virus lorsqu'aucune épreuve de pouvoir infectieux n'est réalisée.

P. L.

BLACK (L. M.). — **A plant virus that multiplies in its insect vector.** (Un virus des plantes qui se multiplie dans l'organisme de son insecte vecteur). *Nature*. Vol. 166, 852-853, 1950.

Le virus du club-leaf (*Aureogenus clavifolium* BLACK) est transmis par l'œuf chez *Agalli opsis novella*.

La descendance des femelles infectieuses fécondées par des mâles indemnes a été suivie pendant plus de cinq ans ce qui représente 21 générations d'insectes développés uniquement sur des Luzernes immunes. En supposant que le virus ne se multiplie pas chez l'insecte, la dilution atteindrait $1 : 2{,}8 \times 10^{26}$; encore ce chiffre est-il sous-estimé.

L'auteur estime vraisemblable que la plupart sinon tous les virus à longue période d'incubation dans la Cicadelle se multiplient dans l'organisme du vecteur. On a montré que plusieurs traversent des filtres retenant les Bactéries et que certains sont plus gros que les virus de plantes décrits jusque là . Le seul qui ait été photographié au microscope électronique se présente sous l'aspect d'un petit organisme. Il est possible que la faculté de ces virus de se multiplier dans des milieux physiologiques plus variés soit due aux dimensions plus élevées de leurs particules.

P. L.

ROSSE (A. Frank) et WILLIAMSON (C. E.). — **Physiologically active emanations from virus infected plants.** (Émanations douées d'une action physiologique issues de plantes infectées des virus). *Phytopathol.*, XLI, 5, 431-438, 1951.

Les symptômes présentés par le *Physalis floridana* sous l'effet de l'infection par le virus Y de la Pomme de terre ressemblent à ceux provoqués, sur certaines plantes, sous l'action de l'éthylène. Il y a épinastie des feuilles inoculées et chute ultérieure de celles-ci. Les feuilles infectées secondairement subissent le même phénomène.

GRIEVE a signalé l'épinastie comme un symptôme primaire du « rose-wilt virus » (*Marmor flaccumfaciens* H.) et a noté la tendance à l'épinastie chez les Tomates atteintes de maladie bronzée (*Lethum australiense* H.). L'éthylène et l'auxine ont une action antagoniste. Aussi GRIEVE ayant constaté que l'infection par ces virus était accompagnée par une diminution d'auxine n'a pas exclu la possibilité selon laquelle la production d'éthylène serait la cause primaire de l'épinastie. Une émanation produite par les plantes malades, probablement de l'éthylène, était détectée par la triple réponse de plantules de Pois étiolées (modification du géotropisme, accroissement de la croissance en épaisseur et réduction de l'élongation). Les feuilles de *P. floridana* sains ne produisent qu'une trace d'éthylène. Le *P. floridana* infecté par le virus Y et présentant des nécroses en produit beaucoup ; à 26° les nécroses ne se forment plus, bien que le virus soit abondant et la production d'éthylène est plus faible.

Des essais ont été réalisés avec d'autres virus produisant des lésions locales. (*Marmor Tabaci* H — *M. Medicaginis* H, *Annulus Tabaci* H, *Annulus dubius* H). Dans tous les cas, sauf deux, les feuilles infectées produisaient plus d'éthylène que les feuilles saines. (Les deux exceptions se rapportaient au *M. Tabaci* sur Haricot *Scotia* et *A. dubius* sur Tabac de Turquie). La quantité d'éthylène produite augmentait avec l'étendue des nécroses.

P. L.

MARAMOROSCH (K.), BRAKKE (M. K.) et BLACK (L. M.). — **Mechanical transmission of a plant tumor virus to an insect vector.** (Transmission mécanique du virus des tumeurs de blessure à un insecte vecteur). *Science*. Vol. 110, 162-163, 1949.

L'inoculation mécanique des plantes a échoué soit à partir d'extraits de plantes, soit à partir d'extraits d'insectes. STOREY (1933) a été le premier à réaliser le passage d'insecte à insecte d'un virus (*Fractilinea Maydis*). BLACK (1941) a réussi à transmettre dans les mêmes conditions le *Chlorogenus Callistephi* var. *vulgaris*. L'auteur rapporte des essais analogues réalisés avec l'*Aureogenus magnivena*. Il a été possible ainsi de déterminer certaines propriétés physiques du virus.

P. L.

TAKAHASHI (W. N.). — **Ultra violet absorption as a measure of Tobacco mosaic virus nucleoprotein.** (Utilisation de l'absorption des radiations ultraviolettes pour la mesure de la nucléoprotéine du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLI, 142-145, 1951.

La méthode des lésions locales ne mesure que le virus actif. La nucléoprotéine totale peut être appréciée par la méthode sérologique (limite de précipitation) la détermination de la dilution critique, de l'anisotropie d'écoulement, la microscopie électronique.

Quand on a affaire au virus purifié on peut sécher et peser le virus. On peut encore doser l'azote au Kjeldahl. Le réactif de Folin peut être utilisé, l'intensité du bleu étant déterminée à l'aide d'un colorimètre photo-électronique (ce sont la tyrosine, le tryptophane et la cystéine qui interviennent ici). On a pu évaluer ainsi des quantités allant de 0,6 à 0,006 mg. La réaction de Sakaguchi (réaction rouge intense avec le guanidine libre) peut aussi être utilisée.

On peut encore baser le dosage sur les propriétés de l'ac. phosphorique, des bases puriques et pyrimidiques et du ribose. Les méthodes de détermination des phosphates (ac. phosphomolybdique) et du ribose (orcinol) sont laborieuses. Ceci est vrai aussi du Kjehldahl et des autres réactions citées. Par contre la concentration en bases puriques et pyrimidiques qui ont une forte absorption dans l'ultraviolet peut être estimée au spectrophotomètre sans traitement préalable.

L'absorption dans l'UV. (2 650 A) peut servir comme méthode simple de dosage du virus de la Mosaïque du Tabac.

P. L.

HOLMES (F. O.). **Indications of a new-world origin of Tobacco mosaic virus.** — (Présomptions en faveur d'un centre d'origine du virus de la Mosaïque du Tabac situé dans le Nouveau Monde). *Phytopatho.*, XLI, 4, 341-349, 1951.

L'auteur part du postulat d'après lequel on doit trouver au centre d'origine du virus, une majorité d'espèces de *Nicotiana* présentant un certain degré de résistance (field immunity). Il doit cependant y avoir aussi des plantes sensibles constituant un réservoir de virus. Neanmoins la prédominance de formes résistantes doit s'y montrer frappante.

L'examen de 36 espèces de *Nicotiana* montre que les plus résistantes sont originaires du Pérou, de la Bolivie, de l'Équateur, du Brésil, de l'Uruguay ou du Mexique. Les espèces plus sensibles sont originaires de l'Ouest des États-Unis, du Mexique, de l'Argentine, du Chili, de l'Uruguay et aussi de l'Australie. Ainsi les espèces sensibles sont réparties sur la carte, au Nord, à l'Ouest et au Sud du centre d'origine des plus résistantes. Ceci paraît indiquer, estime l'auteur, que le virus de la Mosaïque du Tabac est originaire du Nouveau Monde dans un centre situé quelque part au Pérou, en Bolivie ou au Brésil.

Quelles étaient les plantes réservoirs dans ce centre d'origine ? Celles-ci ne pouvaient être hypersensibles, elles ne pouvaient non plus être très sensibles sous peine d'être éliminées par compétition, il faut donc rechercher parmi les tolérantes. L'auteur suppose que ce rôle était peut être joué originellement par le *Nicotiana glauca*, espèce très tolérante, aujourd'hui très répandue en Amérique, mais qui paraît originaire de l'Argentine et de l'Uruguay. *N. raimondii* et *N. wigandioides* ont peut être joué localement l'une au Pérou, l'autre en Bolivie un rôle complémentaire.

L'auteur donne une carte de répartition des espèces sensibles ; le *N. Tabacum* en est exclu, n'ayant pas été trouvé à l'état spontané sinon comme échappé de cultures.

Le centre de diversité du virus paraît coïncider avec celui du genre *Nicotiana*, ce qui ne s'explique bien que dans l'hypothèse où les réservoirs naturels appartiendraient à ce genre et non à des espèces très différentes.

Si l'on considère les Solanées étrangères au g. *Nicotiana*, on observe également que les plus résistantes se trouvent dans le même centre.

Quelques indications sommaires sur la génétique de la résistance sont données dans les conclusions.

Il y a un point que l'auteur n'aborde pas : c'est qu'on ne voit guère comment ce virus

qui, dans nos régions, n'a pas d'insectes vecteurs, pouvait subsister dans son centre d'origine avec des moyens de transmission mécanique que seule l'intervention de l'homme rend efficace. Il faudrait rechercher si, dans le centre présumé, il existe ou non un insecte vecteur.

P. L.

DARBY (J. F.) et LARSON (R. H.). — **Variation in virulence of naturally occuring strains of potato virus Y.** (Variation de virulence de souches du virus Y de la Pomme de terre prélevées dans la nature). *Am. pot. journ.*, XXVIII, 561-562, 1951.

Vingt-cinq isolements ont été réalisés par inoculation de Tabacs à l'aide de pucerons, à partir de souches en provenance des régions les plus variées des Etats-Unis.

L'intensité de la maladie provoquée sur la Pomme de terre par ces souches était très variable. Certaines tuaient la plante tandis que d'autres l'affectaient peu. Certaines provoquaient des lésions nécrotiques locales tandis que d'autres donnaient des lésions locales vertes sur une feuille chlorotique. Les souches ont été comparées sur 22 variétés de Pommes de terre. L'index de maladie après inoculation mécanique à 24° variait de 25 à 78.

Les propriétés de 18 souches ont été comparées. Pour détecter le virus Y après traitement on l'inoculait au Tabac et 24 h. plus tard la même plante était inoculée par le virus X dont l'action synergique avec le virus Y permettait de déceler avec plus de sécurité l'infection par ce dernier (taches nécrosées en 5 à 7 jours à 24°).

La température d'inactivation était toujours comprise entre 54° et 62°. A 20°-22° toutes les souches étaient encore infectieuses au bout de 6 jours mais inactivées en 18 jours. L'inactivation par dilution s'étageait de 1/10 000 à 1/750 000 et se situait pour beaucoup entre 1/50 000 et 1/100 000. Les 18 souches, après dessication dans le tissu de Tabac et conservation à 4° sur du chlorure de calcium, restaient virulentes 11 mois. Aucune immunité à toutes ces souches n'a été observée sur 30 Solanées sauvages ou cultivées des Etats-Unis. *Physalis turbinata* et *Lycium rhombifolium* donnent des lésions locales avec beaucoup de souches.

Les symptômes de « Rugose mosaïc » ne sont pas le résultat du complexe X + Y, mais de l'action du virus Y, l'intensité des symptômes variant selon la souche qui intervient.

P. L.

KAY (R. Mc) et CLINCH (P. E. M.). — **Observations on the inheritance of field resistance to leaf roll of potatoes.** (*Shamrock* × *Skerry champion*). (Observations sous l'hérédité de la résistance au champ des Pommes de terre au virus de l'Enroulement (*Shamrock* × *Skerry Champion*). *Proc. royal Dublin Soc.*, XXV, N. S., p. 225, 2 pl. 1951.

Les auteurs ont montré antérieurement que les variétés *Shamrock* et *Skerry Champion* étaient très résistantes à l'Enroulement au champ bien que non immunes. Cette résistance n'est pas expliquée. Le présent mémoire étudie sa transmission héréditaire dans un croisement *Shamrock* (♂) × *Skerry champion* (♀) ; observations réalisées sur 22 clones.

Aucune immunité véritable n'a pu être mise en évidence (l'infection sur germes réussit toujours). Cependant la culture ayant été réalisée au voisinage de plantes infectées pendant plusieurs années consécutives trois clones ont échappé à l'infection et quatre ont présenté une certaine résistance (moins de 50 p. cent d'infections lorsque les témoins en avaient 100 p. cent). Or, *Shamrock* et *Skerry champion* réagissent au virus de l'enroulement par des symptômes peu accentués. Ceci montre qu'il serait imprudent de suivre à la lettre les indications de HUTTON qui voudrait écarter complètement, dans la recherche de plantes résistantes, les géniteurs à réaction faible.

P. L.

ANDREAE (S. R.) et ANDREAE (W. A.). — **The metabolism of scopoletin byhealthy and virus infected potato tubers.** (Le métabolisme de la scopolétine dans des tubercules de Pommes de terre sains ou infectés par des virus). *Canad. J. Res.*, t. 27, 15-22, 1949. *An. I. P. T.* 49. N° 3, 253. 1951.

Après extraction de la chlorophylle les feuilles de Pommes de terre infectées par le virus de l'Enroulement présentent une fluorescence bleue en lumière U.V. Celle-ci ne s'observe pas avec les plantes saines ou présentant des mosaïques faibles ou de la mosaïque rugueuse de même que de la filosité. Cette fluorescence paraît due à la scopolétine.

P. L.

HOLLIS (J. P.). — **Bacteria in healthy potato tissue.** (Présence de Bactéries dans des tissus sains de Pommes de terre). *Phytopatho.*, XLI, 4, 350-366, 1951.

Des bactéries hétérotrophes aérobies ont été isolées de tissus internes sains de Pommes de terre : tubercules, tiges, jeunes plantules. Elles pénètreraient par les racines.

P. L.

GIDDINGS (N. J.), BENNETT (C. W.) et HARRISSON. (A. L.) — **A Tomato disease ressembling Curly-top.** (Une maladie de la Tomate présentant des analogies avec le Curly-top). *Phytopatho*, XLI, 5 p., 415-417, 1951.

Maladie de la Tomate présentant les mêmes symptômes que le Curly-top. Les essais d'isolement de ce virus ont échoué. La maladie n'est pas transmissible mécaniquement mais se transmet aisément par greffage. Il s'agit peut être d'une souche spéciale du virus de l' « Aster yellows » provoquant sur la Tomate des symptômes différents de ceux décrits par KUNKEL ou encore d'un virus apparenté au Curly-top. P. L.

LACKEY (C. F.). — **Histological studies of a Tomato disease ressembling Curly-top** (Etude histologique d'une maladie de la Tomate présentant des analogies avec le Curly-top). *Phytopatho.*, XLI, 5, 418-419, 1951.

Etude histologique de plantes infectées par le virus décrit dans le même numéro de la Revue par GIDDINGS, BENNETT et HARRISSON. L'examen histologique révèle des différences avec le Curly-top que les symptômes externes ne permettent pas de déceler.

Dans le cas du Curly-top on observe une nécrose du liber et une déformation du cercle vasculaire. Dans la maladie étudiée le liber n'est pas nécrosé mais se multiplie d'une façon anormale et le cercle vasculaire est désorganisé. P. L.

VANDERWALLE (R.) et ROLAND (G.). — **Contributions à l'étude de la jaunisse du Navet.** *Parasitica*, VII, 1, 14-15, 1951.

Maladie décrite en 1950. Elle a pu être transmise par le *Myzus persicae*. Le liber des pétioles atteints présente une gomme analogue à celle décrite par ROLAND dans la jaunisse de la Betterave. Il y a également accumulation d'amidon. P. L.

KLOSTERMEYER (E. C.) et MENZIES (J. D.). — **Insect transmission of Alfalfa witch's-broom virus to other Legumes.** (Transmission du virus du Balai de sorcière de la Luzerne à d'autres Légumineuses à l'aide d'insectes vecteurs). *Phytopatho*, XLI, 5, 456-458, 1951.

Trente-trois espèces ou var. de légumineuses fourragères ont été inoculées à l'aide de l'insecte vecteur (*Scanphytopius Cloanthanus*) *dubius* VAN DUZEE) désigné antérieurement sous le nom de (*Platymoideus acutus*). Quinze espèces ont présenté des symptômes, appartenant aux g. *Medicago*, *Melilotus*, *Trifolium*, *Lotus Astragalus*, *Lathyrus* et *Hedysarum*. Aucune inoculation n'a réussi sur des *Onobrychis*. Les symptômes étaient toujours des « witche's broom » (balais de sorcière) typiques.

La période d'incubation du virus chez la plante est très longue (au moins 74 jours). L'insecte vecteur reste infectieux pendant au moins 13 jours. P. L.

COSTA (A. S.) et GRANT (T. J.). — **Studies on transmission of the Tristeza virus by the vector Aphis citricidus.** Etude de la transmission du virus de la Tristeza par l'insecte vecteur. *Aphis citricidus*. *Phytopatho.*, XLI, 2, 105-113, 1951.

La maladie de la « Tristeza » des Citrus est transmise par l'*Aphis citricidus*. Le « Quick decline » de Californie, très analogue à la Tristeza, ne serait pas transmis par le même puceron qui n'existe pas dans les régions de culture des Citrus des Etats-Unis. D'après DICKSON l'*Aphis gossypii* peut transmettre le virus mais se comporte comme un vecteur de qualité médiocre.

Les auteurs ont étudié les modalités de la transmission du virus de la Tristeza par l'*Aphis citricidus*. Des groupes de 25 à 50 insectes virulifères peuvent transmettre le virus au cours de repas de 30 min. Un repas de 4 h. paraît suffisant pour obtenir une transmission maximum. Des groupes de 25 à 50 pucerons non virulifères peuvent devenir infectieux après un repas d'une heure sur des plantes malades, mais leur pouvoir infectieux augmente lorsque le repas contaminant est plus long. La meilleure transmission était obtenue avec des pucerons s'étant nourris 24 h sur la plante saine. Les insectes virulifères perdent leur pouvoir infectieux après un séjour d'au moins 24 h. sur des plantes saines.

Les Orangers amers sont résistants, dans la nature, lorsqu'ils sont francs de pied ou greffés sur un autre Oranger amer. Au laboratoire l'inoculation est plus facile à réaliser chez l'Oranger amer par greffage qu'à l'aide de l'insecte vecteur. La résistance de l'Oranger amer peut être comparée à celle des variétés de Pomme de terre « field immune » vis-à-vis du virus A. Le virus a pu être isolé d'Orangers amers par la greffe mais non à l'aide de l'insecte vecteur. Ceci tient peut être à la faible concentration du virus ou à l'incapacité pour l'insecte, de puiser le virus dans les tissus où il se trouve.

Un certain nombre d'insectes ont été éprouvés. Aucun n'a pu transmettre le virus. P. L.

WELSH (M. F.) et WILKI (J. M.). — **Induced modification of symptôm severity in little cherry.** (Modification provoquée de la gravité des symptômes dans la maladie des petites cerises). *Phytopatho.*, XLI, 2, 136, 1951.

Un rameau de Cerisier gravement atteint ayant été ombragé par un auvent en bois, les fruits nés sur ce rameau étaient normaux. Les feuilles éprouvées par le test de Lindner ont donné la réaction normale. Les modifications de température et d'humidité sous l'auvent ayant été légères, c'est surtout la lumière qui paraît avoir agi. Il y avait d'ailleurs étiolement du rameau. P. L.

PRENTICE (I. W.). — **Rubus stunt : a virus disease.** (Le « Rubus stunt : une maladie à virus »). *Hort, S. C.*, XXVI, I, 35-42, 1950.

Maladie sévissant dans le Sud de l'Angleterre sur Loganberry et Ronce. Elle atteint aussi les Framboisiers. Les plantes atteintes forment de très nombreuses pousses peu vigoureuses, d'où un aspect buissonnant. La maladie est transmissible par greffage et doit donc être attribuée à un virus. Le vecteur est inconnu. La lutte par épuration sanitaire est recommandée. Il s'agirait d'un virus non décrit jusqu'à présent. P. L.

BRIERLEY (P.) et SMITH (F. F.). — **Some vectors, hosts, and properties of Dahlia mosaic virus.** (Quelques vecteurs, quelques hôtes et quelques propriétés du virus de la Mosaïque du Dahlia). *The pl. dis. rep.*, XXXIV, 12, 363-370, 1950.

Le virus de la Mosaïque du Dahlia est transmis sur le mode non persistant par le *Myzus persicae*. Il y a effet favorable du jeûne préalable. Le virus ne persiste pas plus de 3 h. chez l'insecte. Chez le Dahlia un jeûne de 2 à 4 h., un repas infectieux de 10 à 15 min. et un repas contaminant de 2 à 3 h. permettent la contamination. Chez deux nouveaux hôtes découverts par les auteurs. *Verbesina encelioides* et *Zinnia élégans*, il suffit d'un repas infectieux de 1 min. suivi d'un repas contaminant de 5 min. La faible durée du pouvoir infectieux des pucerons donne à penser que des semis de Dahlias isolés des sources d'infection par quelques centaines de pieds (un pied = 0 m 304) sont pratiquement protégés.

D'autres insectes vecteurs sont mis en évidence par les auteurs : *Aphis fabae* Scop. *A. gossypii* Glover, *Macrosiphum solanifolii* Ashm. *Myzus convolvuli*. Ce dernier puceron provoque de plus des dégâts directs qui peuvent être confondus avec la maladie ; il s'agit de taches jaunes apparaissant en quelques jours au voisinage de la piqüre avec distorsion des régions voisines. Ces lésions restent localisées et apparaissent beaucoup plus tôt que les symptômes du virus. Ceux-ci apparaissent au bout de 2 à 5 semaines et se caractérisent par un enroulement vers le bas des jeunes feuilles, puis des bandes jaunes d'épaisseur variable le long de la nervure principale et des nervures latérales.

Les auteurs ont éprouvé de nombreuses espèces de Composées, en vue de rechercher des hôtes nouveaux. Sur 14 espèces éprouvées *Sanvitalia procumbens* Lam. *Verbesina encelioides* et *Zinnia élégans* (type Lilliput) ont présenté une Mosaïque. *Coreopsis Douglasii* (Gray), HALL présentait une infection inapparente.

Jusqu'à présent aucune maladie du type Mosaïque du Dahlia n'a été observée sur *Zinnia* dans la nature. *Les Verbesina* et *Sanvitalia* sont moins communes et plus rarement au voisinage des Dahlias.

Des essais de transmission mécanique du virus ont réussi dans 3 cas sur 60 sur le Dahlia. L'inoculation mécanique réussit bien de *Verbesina* à *Verbesina* et de *Zinnia* à *Zinnia*. Par contre le *Verbesina* est peu sensible aux virus en provenance d'autres espèces. Pour l'étude des propriétés du virus le *Verbesina* est un hôte de choix.

Les essais d'inoculation du virus de la Mosaïque du Concombre au Dahlia ont échoué alors que ce virus a été noté en Europe sur le Dahlia. Des essais de prémunition croisée réalisés sur des *Zinnia* montrent que le virus de la Mosaïque du Dahlia n'est pas apparenté au virus de la Mosaïque du Concombre.

Les propriétés physiques du virus ont été déterminées sur *Verbesina*. La température d'inactivation est comprise entre 85 et 90°, la limite de dilution dépasse 1/3 000, les feuilles séchées conservent leur pouvoir infectieux plus de 10 jours et moins de 14 jours, un jus infectieux conservé à 18° reste infectieux 28 jours mais non 35. P. L.

NOORDANS (D.), THUNG (T. H.) et VANDERWANT (J. P. H.). — **Onderzoekingen over anjer mosaiek.** (Recherches sur la Mosaïque de l'Œillet). *Tijd. over. Plantenziek*, 57. I. 215, 1951. Rev. Anglais.

Cette maladie de l'Œillet qui sévit en Hollande est caractérisée par des taches jaunâtres à brun grisâtres apparaissant sur les feuilles. Ces taches se fusionnent parfois pour former des

taches ou des lignes plus importantes présentant parfois un centre nécrotique. Lorsque ces nécroses apparaissent de bonne heure, elles provoquent ultérieurement des déformations de feuilles. Les feuilles jeunes présentent souvent des taches vert clair présentant parfois l'aspect de bigarrures ou d'anneaux. Ces symptômes de Mosaïque tendent à disparaître lorsque la feuille vieillit, tandis que les taches jaunes ou nécrosées subsistent. Les plantes malades sont rabougries et leurs fleurs dépréciées. Ces symptômes sont pris en considération par le service d'inspection des plantes ornementales.

Les auteurs ont mis en évidence la transmissibilité par greffage. L'inoculation mécanique provoque chez la variété *Sweet Williams* (*Dianthus barbatus*) l'apparition d'anneaux de couleur chamois à blanchâtre, souvent concentriques, prenant naissance en 4 à 8 jours sur la feuille inoculée. Des symptômes généraux apparaissent 11 jours après l'inoculation. Sur Reine-Marguerite (*Callistephus*) et le Tabac (var-*White Burley*), on voit apparaître de petites taches nécrotiques parfois entourées par un anneau. L'infection se généralise rarement sur la Reine-Marguerite. Sur le Tabac des symptômes généraux n'ont jamais été observés *à partir de Tabacs*

Sur le Haricot on a observé des lésions locales au bout d'une semaine. Les symptômes fournis par le Tabac et le Haricot se rapprochent beaucoup de ceux du virus de la nécrose du Tabac.

Le Haricot peut être infecté à partir du Tabac mais non de l'Œillet. Cela tient peut être à une sélection de souches ou à une trop faible concentration des virus chez l'Œillet. L'inoculation du Haricot peut réussir à partir de Reines-Marguerites ou de *Dianthus barbatus*.

La température d'inactivation du virus est comprise entre 80 et 90°, la limite de dilution est inférieure à $10^{0}5$. Des purifications partielles par relarguage au sulfate d'ammonium ont été réalisées après avoir éliminé une partie des protéines normales en ajoutant 30 ml d'alcool à 90 % pour 100 ml de jus. Des photographies au microscope électronique ont été réalisées par Van Dorsten (A. C.). On observe des particules sphériques dont la plupart atteignent 33 mμ. Certaines sont plus petites (17 mμ). Ceci permet de supposer l'existence de deux virus. Bawden et Vanderwant, étudiant le *stipple streak* du Haricot avaient décrit deux catégories de particules (17 mμ) et 34 mμ et n'ont pu les séparer par aucun procédé.

Les diagrammes de sédimentation indiquent la présence de deux constituants. L'un a une Cte de sédimentation de $108\text{-}10^{-13}$ correspondant à une masse moléculaire de 6000 000, l'autre à une masse moléculaire comprise entre 2000 et 10000. La seconde correspond probablement à des protéines normales. L'étude réalisée par ultra-centrifugation n'a pas mis en évidence fraction correspondent aux petites particules, celles-ci étant peut-être trop peu abondantes.

Un immunsérum a été obtenu. Celui-ci doit être saturé avec un jus de plante saine. Cet immunsérum réagit fortement avec les jus de plantes malades.

P. L.

Jensen (D. D.). — **Mosaic or black streak disease of Cymbidium orchids.** (Mosaïque ou « Black streak disease » des Orchidées du g. *Cymbidium*). *Phytopatho.*, XLI, 5, 401-414, 1951.

Étude d'un virus provoquant une Mosaïque sur les *Cymbidium*. La Mosaïque est suivie de nécroses. Il n'y a pas de symptômes sur les fleurs. Le virus est inoculable mécaniquement, se conserve au moins 7 jours à la température du laboratoire. Sa température d'inactivation est comprise entre 65 et 70°. Il n'est pas inactivé chez des plantes submergées 2 h. dans de l'eau à 45°. Ce virus n'a pu être transmis à d'autres plantes. Il est probablement nouveau. A côté de la Mosaïque l'auteur décrit d'autres symptômes probablement dus également à des virus.

P. L.

Stoner (W.N.).**An aphid transmitted virus disease of Fuller's Teasel and Pincushion flower.** (Un virus du *Dipsacus fullonum* et de la *Scabiosa atropurpurea* transmissible par des pucerons). *Phytopatho*, XLI, 191-194, 1951.

Ce virus n'est pas transmissible mécaniquement. Il est transmis par le *Myzus persicae* et le *Macrosiphum rosae*. Sa transmission se fait sur le mode éphémère. L'auteur appelle ce virus nouveau *Marmor dipsacum*.

P. L.

Smith (F. F.) et Brierley (P.). — **Aster yellows in Canna.** (La Jaunisse de l'Aster sur Canna). *Phytopatho*, XLI, p. 190, 1951.

Plantes rabougries et jaunies. Bien que l'insecte vecteur (*Macrostoles divisus*) se nourrisse aisément sur le Canna, le virus s'y répand peu et ne paraît pas une sérieuse menace.

P. L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

ROBBINS (C. S.), SPRINGER (P. F.) et WEBSTER (C.G.). — **Effects of five-year D.D.T. application on breeding bird population.** (Effets sur les oiseaux nicheurs de l'application de D. D. T. durant cinq années). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 2,213-216, 1951.

L'application par avion d'une solution huileuse de D. D. T., à raison de 2 livres par acre (soit 2,4 kg à l'ha), sur une forêt durant 4 années consécutives a provoqué une baisse de la population des oiseaux nicheurs qui était de 26 p. cent le cinquième printemps. La Fauvette à queue rousse, la Fauvette d'Amérique et le Vireo aux yeux rouges accusent des diminutions respectives de 44, 40 et 28 p. cent. Seule la Fauvette à queue rousse montre immédiatement après traitement une baisse significative de population ; quelques jours après le 1er, le 2e et le 3e traitement 23 p. cent des territoires de Fauvettes rousses étaient désertés. Aucune diminution significative n'a été observée pour les autres espèces soit immédiatement après un traitement soit durant les quatre années.

J. G.

STICKEL (L. F.). — **Wood Mouse and Box Turtle populations in an area treated annualy with D. D. T. for five years.** (Etude des populations de *Peromyscus* et de Colombe de Caroline sur une surface traitée annuellement au D.D. T. durant 5 ans). *The Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 2, 161-164, 1951.

Dans une forêt dense du Patuxent Research Refuge, une surface de 117 acres (47ha) a été traitée chaque année par avion avec une émulsion huileuse de D. D. T. à raison de 2 livres de D. D. T. à l'acre soit 2,44 kg à l'ha. Le piégeage, le marquage et la recapture de *Peromyscus leucopus noveboracensis* n'ont pas montré de différence entre la zone traitée et la zone témoin. Le dénombrement, ainsi que l'étude de la croissance de quelques jeunes ont démontré également que ces traitements avaient été sans influence sur la Colombe de Caroline (*Terrapene C. carolina*).

J. G.

COBURN (don R.), METZIER (D. W.) et TREICHLER (R.). — **A study of absorption and retention of lead in wild waterfowl in relation to clinical evidence of lead poisoning.** (Etude de l'absorption et de la rétention du Plomb chez le Gibier d'eau et de leur corrélation avec le diagnostic clinique de saturnisme). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 2, 186-192, 1951.

L'empoisonnement du Gibier d'eau (Canards et Oies) à la suite de l'ingestion naturelle de plomb de chasse est une des causes invoquées de la raréfaction de ces oiseaux.

Les auteurs ont administré du Plomb sous forme soluble (nitrate) à des canards sauvages adultes. La dose journalière critique a été trouvée être de 6 à 8 mg par kg. A la dose de 12 mg par kg les oiseaux survivent 3, 5 fois moins de temps qu'à celle de 8 mg par kg.

Le taux de rétention du Pb ne varie pas aux doses expérimentées. Les signes cliniques de saturnisme sont en relation avec les quantités retenues par l'organisme.

C'est l'analyse chimique du foie et du squelette qui est susceptible d'être utilisée pour un bon diagnostic d'empoisonnement par le Plomb.

J. G.

SINGLETON (J. R.). **Production and utilisation of Waterfowl food plants on the east Texas Gulf Coast.** (Production et utilisation de plantes nourricières du gibier d'eau sur la côte orientale du Golfe du Texas). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 1, 46-56, 1951.

L'Auteur étudie les conditions influant sur la production des plantes aquatiques les plus intéressantes pour assurer l'alimentation du Gibier d'eau. Il note un changement du régime alimentaire de ces derniers qui pourrait être en relation avec l'extension des rizières. Des conclusions sont tirées pour la conduite de la conservation des marais en vue de la production de plantes intéressantes.

J. G.

EVANS (D.). — **A method of color marking young waterfowl.** (Une méthode de marquage en couleur du jeune gibier d'eau). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 1, 101-103, 1951.

L'Auteur décrit minutieusement la technique qui lui a permis de marquer les jeunes oiseaux par injection d'une petite quantité de colorant dans l'œuf. Il a obtenu en nature 63 p.cent

d'éclosion parmi les œufs traités appartenant à diverses espèces. Parmi les colorants qu'il a essayés, le vert F C F, le Rouge ponceau S X et l'écarlate de croceine ont donné des colorations durant un mois environ, donc permettant la détermination et l'étude des déplacements des poussins dans leur premier âge.

J. G.

Buss (I. O.), Meyer (R. K.) et Kabat (C.). — **Wisconsin pheasant reproduction studies based on ovulated follicle technique.** (Etude de la reproduction du Faisan dans le Wisconsin d'après l'observation des follicules ovariens). *Journal of Wildlife Management* Vol. 15, nº 1, 32-46, 1951.

L'examen des follicules ovariens permet de déterminer avec précision la date de ponte du premier œuf. Un fort pourcentage des femelles sauvages ou de parc commencent à pondre à la mi-avril et les conditions climatériques n'ont que peu ou pas d'effet sur cette date.

La ponte faite au hasard et l'abandon de 1 ou 2 nids semblent être un comportement typique des femelles sauvages. Le nombre d'œufs pondus varie suivant les années et les lieux.

L'examen de deux régions du Wisconsin a montré qu'une haute production d'œufs était en corrélation avec une reproduction relativement faible dans l'une d'elles et que les conditions étaient inverses dans l'autre.

J. G.

Benton (A. H.). — **Effects on Wildlife of D. D. T. used for control of Dutch elm disease.** (Effets sur la faune du D. D. T. utilisé dans la lutte contre la maladie des ormes). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 1, 20-27, 1951.

Lors d'un traitement expérimental effectué avec une bouillie à 2 p. cent de D.D.T. contre les Scolytes vecteurs du *Ceratostomella ulmi*, des observations précises ont été faites sur les petits Passereaux chanteurs ; la même baisse de 19, 6 p. cent a été observée dans la parcelle témoin et la parcelle traitée mais la mortalité au nid est plus élevée dans cette dernière (56 p. cent contre 29 p. cent). Si on considère les espèces les plus communes, on constate en outre, une reprise plus lente du niveau initial de population dans la parcelle traitée que dans le témoin. Diverses recommandations sont faites pour réduire le danger des traitements.

J. G.

Hanson (H. C.). — **Notes on the artificial propagation of wood duck.** (Notes sur la reproduction artificielle du canard huppé). *Journal of Wildlife Management*, Vol.15, nº 1,68-72, 1951.

Des œufs de Canard huppé ont été récoltés en nature ; on a procédé à l'incubation et à l'élevage des jeunes. La réussite n'a été que de 61 p. cent dans les éclosions mais celle de l'élevage a été bonne, les précautions ayant été prises pour éviter un développement des maladies à Salmonella.

J. G.

Zimmermann (D.). — **Zur Brutbiologie der Dohle.** *Coleus monedula L.* (Biologie de la reproduction du Choucas, *Coleus Monedula L.*). *Der Ornithologische Beobachter*, 48e A. nº 3, 73-111, 1951.

L'Auteur a étudié la colonie de Choucas de la cathédrale de Zurich. Le nid est construit par le mâle aussi bien que par la femelle. Les œufs sont pondus du 10 avril au 1er mai. Le nombre d'œufs varie de 1 à 6, mais est de 5 en général. La couvaison dure 17 à 18 j avec comme extrêmes observés 16 à 19 j. La mortalité au nid est très élevée (65 p. cent). La nourriture des jeunes est principalement composée d'insectes notamment de Coléoptères. Parmi ceux-ci les Hannetons (larves et adultes) sont les plus fréquemment rencontrés. L'Auteur donne de nombreuses précisions sur le comportement des jeunes et des parents au cours de la période de reproduction.

J. G.

Schulze (K.). — **Meine Erfahrungen bei der Bekampfung der Wanderratte.** (Mes expériences de lutte contre le Surmulot). *Höfchen = Briefe*, 4e A., nº 1/2, 24-33, 1951.

L'auteur rend compte des conclusions qu'il a tirées de l'exécution de plus de 60 dératisations conduites dans des fermes. Il a utilisé principalement comme appât des mélanges en différentes proportions de 2 ou 3 des denrées suivantes : pomme de terre cuite, son de blé et farine de viande. Tous ses mélanges ont été également bien acceptés. Après 3 ou 4 j

d'appâtage préalable, il empoisonnait ses appâts avec des préparations commerciales que l'on peut identifier comme étant à base de chlorophényl triazène thio carboxylamide. Les résultats qui sont estimés très satisfaisants ont été appréciés par le nombre de cadavres retrouvés.

J. G.

EADIE (W. R.). — **New techniques in Control of Orchard Mice.** (Nouvelles techniques de lutte contre les petits Rongeurs des Vergers). *Cornell University Agricultural Experiment Station* Bull. 856. août, 1950.

En vue de rendre plus simple et plus économique que précédemment la lutte contre *Microtus pennsylvanicus* dans les vergers, l'Auteur a expérimenté en laboratoire et en nature diverses préparations de grains empoisonnés. Il a retenu les brisures de Maïs à 1,25 p. mille de 1080 ou 2 p. cent de Phosphure de Zinc. Dans les essais en nature, les grains empoisonnés étaient répandus en lignes parallèles à celles des arbres à l'aide d'un semoir à main. Une protection efficace des écorces d'arbres fruitiers a été obtenue par leur badigeonnage à l'aide d'une sus pension de résine dans l'alcool éthylique additionnée de 1 080 à raison de 8,8 p. mille du poids de la résine.

J. G.

MC DOUGALL (W. A.). — **The Rat Poisons Sodium Fluoroacetate and « Castrix ».** Le monofluoroacétate de sodium et le « Castrix » comme raticides). *The Queensland Journal of Agricultural Science.* Vol. 6, nº 1, 54-60, 1949.

D'après les essais de laboratoire, la DL 50 du 1 080 est de 1,42 et 2,23 mg/kg à l'égard respectivement de *Rattus conatus* et *Melomys littoralis* et celles du Castrix de 4,46 et 5,62 mg/kg pour les mêmes espèces. Les doses d'emploi préconisées à la suite des essais en nature, sont de 1/1 000 pour le 1 080 et 1/250 pour le Castrix.

J. G.

DOTY (R. E.). — **Warfarin (Compound 42). A promising New Rodenticide for cane fields.** (Le Warfarine (Composé 42). Un nouveau raticide plein de promesses pour les champs de canne à sucre). *The Hawaiian Planters' Record of 1951*, 1-21, 1951.

Les essais ont été conduits en laboratoire et en nature avec de l'avoine aplatie additionnée de 1/4 000 de Warfarine comme toxique et 0,3 à 0,4 p. cent de paranitrophénol comme fongicide.

Les essais de laboratoire ont porté sur 66 rats sauvages; l'appât au Warfarine a toujours été très bien accepté. La quantité totale d'appât empoisonné consommée jusqu'à la mort a été de 23,1, 39,1 et 43,4 p. cent du poids vif respectivement pour le Surmulot, le Rat noir et le Rat d'Alexandrie. La mort est survenue au bout de 5,4 jours en moyenne pour le Surmulot, de 5,9 pour le Rat noir et de 6,2 pour le Rat d'Alexandrie qui d'après ces doubles résultats s'avère être le plus résistant des 3 Rats considérés. Au bout de 7 j la mortalité est de 79 p. cent et atteint 95-96 p. cent au bout de 10 à 11 j.

Trois expériences en nature ont comporté l'empoisonnement continu durant 6 j, 13 j ou 35 j. Elles ont montré la nécessité d'une durée de traitement d'au moins 17 j, en raison notamment des mouvements de Rats d'un champ à l'autre.

Un traitement au Warfarine dure donc en définitive plus de temps qu'un empoisonnement au phosphure de zinc ou au sulfate de thallium avec appâtage préalable tel qu'on le préconisait jusqu'alors. Il coûte plus cher mais il est plus efficace.

J. G.

MILLER (M. A.) et HOWARD (W. E.). — **Size of bait for pocket gopher control.** (Taille des appâts pour la lutte contre les rats à bajoues. (*Journ. of Wild. Man.*, Vol. 15, nº 1, 62-68, 1951.

Après une étude très précise menée en nature et en cage avec divers appâts empoisonnés à la strychnine, les Auteurs concluent que contrairement à l'opinion généralement admise, il n'est pas nécessaire d'employer de gros appâts intransportables pour réussir une lutte et que la nature de l'appât importe plus que sa taille.

J. G.

HARTESVELOT (R. J.). — **A simple technique for den-use study.** (Une technique simple pour l'étude des utilisateurs de terrier). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 1, 104-105, 1951.

L'Auteur décrit les différents systèmes employés pour recueillir des poils des animaux fréquentant les terriers et permettre ainsi leur identification.

J. G.

ALEXANDER (M. M.). — **Tha aging of Muskrats on the Montezuma national Wildlife Refuge** (Détermination de l'âge chez les Rats musqués de la réserve du Montezuma). *Journal of Wildlife Management*, Vol. 15, nº 2, 175-186, 1951.

552 Rats musqués provenant de piégeages effectués en 1948 dans la réserve de Montezuma ont été examinés, en vue de la détermination de leur âge. Les dimensions et l'aspect des organes génitaux externes ne sont de bons critères qu'en janvier et février. Les dimension- et l'aspect des organes génitaux internes sont d'un bon secours seulement en janvier pour les mâles mais toute l'année pour les femelles. Le poids vif et les dimensions du corps sont de peu de valeur en raison des grandes différences individuelles qui existent. La largeur zygomatique permet de distinguer les adultes des adolescents. L'examen de la dentition est des plus précieux.

La moyenne de petits par portée a été trouvée être de 5,6 avec une production de 14,6 petits en moyenne par an et par femelle. Il y a 5,6 adolescents pour une femelle adulte, ce qui représente une mortalité de 62 p. cent entre la naissance et l'état adulte.

J. G.

TRAITEMENTS CHIMIQUES

PERRET (J. E.) et LESPRES (L.). — **Quelques essais sur les moyens de protection contre la moisissure des agrumes.** *Foire des agrumes nord-marocains*, pp. 45-58, 1949.

Contre la moisissure des Agrumes après la récolte, l'acide borique, produit classique, a été surclassé par le sulfate d'oxyquinoléine, la salicylanilide et la thiourée. Ces produits demandent à être étudiés avec plus de détails. Les chlorites et hypochlorites sont à rejeter.

M. RAU.

TRAPPMANN (W.). — **Konzentration für 2.4.D. Mittel.** (Doses d'emploi des spécialités à base de 2.4.D.). *Nachr. der d. Pflansensch.*, 2, p. 45, 1950.

Seules les pulvérisations sont envisagées. L'auteur recommande des doses de 1 kg de 2.4.D. par ha contre les Sanves et de 1,5 kg contre les autres mauvaises herbes des céréales. Dans les prairies, la dose doit être de 2 à 3 kg contre les Chardons ; on peut appliquer des bouillies à 4 p. cent, en traitant chaque plante individuellement. Ne pas traiter les céréales contenant du Trèfle ou de la Vesce. L'Orge est plus sensible que les autres céréales. On diminue les risques de dégâts en traitant lorsque la tige est déjà formée et que l'épi ne l'est pas encore.

M. RAU.

LOBSTEIN (J.) et GIAMESINI (J. F.). — **Essai de desherbage sélectif des céréales avec les hormones synthétiques par poudrage d'avion et pulvérisation au sol.** *Terre maroc.*, nº 243, 6 p., 1950.

Le 2.4.D. a donné de bons résultats dans les céréales, en détruisant *Rumex pulcher* et une Camomille sauvage, l'*Ormenis*. Les doses essayées ont varié de 600 g à 2 kg par ha. L'augmentation maximum de rendement a été de 3 q par ha., pour des récoltes de 23 à 28 q ; elle correspond à un épandage de 1 kg de matière active. Aux doses supérieures à 1,5 kg de 2.4.D. par ha, on a constaté une légère dépression dans la végétation du blé. — Le côté économique des traitements a été étudié, dans le cas de la pulvérisation et dans celui du poudrage aérien.

M. RAU.

PHYTOPHARMACIE

ZEUMER (H.) et FISCHER (W.). — **Normen für Pflanzenschutzmitte.** (Normes pour les produits phytopharmaceutiques). *Nachr. der d. Pflanzensch.*, 2, 40-44, 1950.

Cette série de normes concerne les arsenicaux.

Arséniates de chaux : Les produits pour bouillie sont des poudres contenant surtout de l'arséniate tricalcique. La teneur en As est de 25 p. cent ± 0,5 p. cent ; la teneur en As soluble dans l'eau ne doit pas dépasser 1,5 p. cent d'As^2O^5. La tenue en suspension se mesure sur une bouillie de 400 g de produit par hl : elle doit conserver 55 p. cent du produit en suspension au bout de 15 min. et 50 p. cent au bout de 30 min. Après mise en suspension dans l'eau, aucune particule ne doit avoir plus de 0,2 mm de diamètre. Les plus grosses particules se mesurent au tamis, les autres au microscope. L'arséniate de chaux est interdit en viticulture.

- – Les produits pour poudrage résultent de la dilution de l'arséniate précédent ; ils doivent contenir 8 p. cent d'As ± 0,2 p. cent. Leur finesse est telle que 80 p. cent de leurs particules mesurent entre 5 et 50 μ.

Arséniates de plomb : Ce sont des poudres ou des pâtes à base d'arséniate bi- et triplombiques. Les poudres (pour bouillies) doivent contenir au moins 25 p. cent d'As^2O^5, avec 20 à 40 p. cent d'arséniate biplombique, 60 à 80 p. cent de triplombique. Le rapport As^2O^5/PbO est compris entre 0,476 et 0,440. La teneur en As soluble ne dépasse pas 0,5 p. cent, calculé sur l'arséniate de plomb. Sa tenue en suspension de la bouillie à 400 g par hl est la même que pour les arséniates de chaux. L'arséniate de plomb est interdit en viticulture. — Les pâtes contiennent au moins 50 p. cent de l'arséniate précédemment défini.

Vert de Paris : Produit en poudre (pour bouillie) contenant au moins 55 p. cent d'As^2O^3 et 30 p.cent de CuO.Sa teneur en composés arsenicaux hydrolysables doit égaler au plus 3,5 p. cent d'As^2O^5. Sa finesse doit être d'au moins 25° Chancel. En tamisage sous l'eau, 95 p. cent du produit passe au tamis 80 ; il ne doit pas y avoir de particules plus grosses que 0,2 mm. On l'emploie en agriculture à raison de 80 à 120 g par hl de bouillie ; on lui ajoute de la chaux. Son emploi est interdit en viticulture.

M. Rau.

Feichtmeir (E. F.). **The effect of particle size and solubility of sulfur in carbon disulfide upon its toxicity to fungi.** (L'effet de la dimension des particules de soufre et de la solubilité dans le sulfure de carbone sur la toxicité envers les champignons). *Phytopath.*, 39, 605-615, 1949.

On a étudié au laboratoire l'influence de la forme cristalline du soufre,de la dimension des particules et de la solubilité dans le sulfure de carbone sur l'action fongicide de ce métalloïde. Les dimensions de particules considérées étaient : 1-2μ,5-6μ, 11-12μ, et 15-16 μ. Pour les plus fines particules, le soufre insoluble dans le sulfure de carbone est beaucoup plus actif pour diminuer la germination des spores que le soufre soluble : les D. L. 50 varient de 0,6 à 30 pour la 1re forme, contre 2,1 à 80 pour la 2e. Quand le diamètre des particules augmente, la D.L.50 croît dans la même proportion que décroît la surface de contact par unité de poids

L'agglomération des particules de soufre diminue leur action fongicide. Les grosses particules conservent leur pouvoir actif plus longtemps que les petites. Le mode d'obtention d'une finesse déterminée ne paraît pas avoir d'influence : le soufre micronisé n'a pas plus de toxicité intrinsèque que le soufre broyé au moulin Raymond.— La plus forte action toxique a été donnée,sur les spores de *Sclerotinia fructicola*,par du soufre amorphe, de 2 μ de diamètre, provenant de l'évaporation d'une solution acétonique : la D.L.50 a été de 0 γ 13 par cm^2 de plaque.

M. Rau.

Mac New (G. L.) et Sundholm (N. K.). — **The fungicidal activity of substituted pyrazoles and related compounds.** (Action fongicide des pyrazoles substitués et composés voisins). *Phytopath.*, 39, 721-751, 1949.

Par l'analyse des relations entre la structure chimique et l'action fongicide, il a été possible de mettre en évidence un nouveau groupe de fongicides organiques remarquablement actifs, les 4. nitrosopyrazoles. L'efficacité maximum est atteinte lorsqu'on substitue une fonction aryle dans la position 1 du 3.5. diméthyl-4. nitrosopyrazole. Les composés les plus actifs de la série empêchent la germination des spores sur plaque de verre, à des concentrations de l'ordre de 0 mg 1 par litre.

Dans les essais sur cultures, ces composés actifs assurent une protection de 95 p. cent du feuillage de la Tomate contre *Alternaria solani*, à des concentrations de 1 à 6 g par hl de bouillie. Ils permettent un traitement normal de la Tavelure du Pommier, à raison de 30 g par hl. Enfin, contre la fonte des semis, ils sont supérieurs aux autres fongicides organiques dans les traitements des semences de Pois, Maïs, Epinard et Betterave.

M. Rau.

Vlitos (A. J.) et Preston (D. A.). **Seed treatment of field legumes.** (Traitement des graines de Légumineuses de plein champ). *Pytopath.*, 39, 706-714, 1949.

Les auteurs signalent de bons résultats obtenus dans le traitement des graines de Légumineuses par les produits suivants : tétrachloroparabenzoquinone, 2.3.dichloro- 1.4.naphtoquinone, disulfure de tétraméthylthiurame, trichlorophénate de Zn, paratoluène-sulfanilide éthylmercurique. Ils ne donnent pas leur avis sur la valeur relative de ces substances. Les doses d'emploi étaient de 0,25, 0,50 et 1 p. cent du poids des graines.

M. Rau.

SWANK (G. R.). — **Methyl bromide fumigation of commodities for the destruction of white-fringed beetle eggs.** (Fumigation des denrées au bromure de méthyle, pour la destruction des œufs de *Graphoniatus*). *J. econ. entom.*, 42, 733-735. 1949.

Les stocks de graines, de semence ou de consommation, peuvent être traitées par le bromure de méthyle aux doses suivantes : 90 g par m^3 pendant 16 h à 0-5°, 25 g par m^3 à 22-32°. Dans ces conditions, on ne constate pas d'altération de la qualité culinaire ni de la faculté germinative des grains. Une dose double peut réduire la germination de 25 p. cent dans certains cas.

M. RAU.

MAC CLELLAN (W. P.), CHRISTIE (J. R.) et HORN (N. L.). — **Efficacy soil fumigants as affected by soil temperature and moisture.** (Action de la température et de l'humidité du sol sur l'efficacité des produits de fumigation des sols). *Phytopath.*, 39, 272-283, 1949.

Des essais à petite échelle ont été effectués au moyen de différents gaz contre le Nématode *Heterodera marioni*, un *Fusarium* et un *Sclerotium*. La chloropicrine s'est montrée le produit le plus actif à la fois contre les 3 organismes, à 36° ; aux basses températures, il est peu actif contre le Nématode.

Le D.D. n'est pas fongicide. Il est actif contre le Nématode, dont la mortalité complète est obtenue en 24 h entre 28 et 36°, en 3 j entre 16 et 22° ; aux températures plus basses, son action est faible.— Une solution à 10 p.cent de bromure de méthyle dans le mélange de dichloréthylène (3 parties) et de CCl^4 (1 partie) ne s'est montrée ni fongicide, ni nématicide. Cependant, ce produit agit de façon indirecte pour diminuer la vitalité des sclérotes du *Sclerotium*.— Une solution à 15 p. cent de dibrométhane dans un distillat de pétrole a été active contre le *Fusearium*, mais pas contre le *Sclerotium*. C'est le produit le plus efficace contre le Nématode, qu'il tue en 3 j, même aux basses températures.

En général, les fumigations ont été plus actives dans les sols humides ; c'est dans ce cas que les gaz persistent le plus longtemps dans le sol. — Ce travail comporte la description de techniques d'essai intéressantes.

M. RAU.

GUERIN (H.) et BOULITROP (R.). — **Sur les arséniates mercuriques.** *C. R. Acad. sc.*, 230. 447-448, 1950.

A la température de 60°, deux composés définis seulement ont été mis en évidence : l'orthoarséniate trimercurique $As^2O^5.3\,OHg$ et le métaarséniate monomercurique As^2O^5OHgs Le premier est insoluble dans l'eau, mais donne des sels doubles dans les solutions de chlorure, alcalins. Le second s'hydrolyse très lentement pour redonner le premier.

M. RAU.

SCHECHTER (M. S.), GREEN (N.), et LA FORGE (F. B.). — **Synthesis of insecticidal esters of pyrethrin type.** (Synthèse d'esters insecticides du type des pyrèthrines). *Agric. chem.*, 1 p., juin 1949.

La synthèse de la cinérine I, l'un des constituants de la pyrèthrine brute, couronne 15 ans de recherches sur la chimie du pyrèthre. On sait que la pyrèthrine brute contient 4 composés insecticides, les pyrèthrines I et II et les cinérines I et II. Les essais de synthèse ont commencé par la cinérine I, parce que sa molécule est plus simple et surtout plus stable. La synthèse de l'acide chrysanthème-monocarbonique a d'abord été réalisée par des laboratoires anglais. Pour préparer la cinérolone, on a fait réagir à froid l'aldéhyde pyruvique et un sel alcalin de l'acide 3. oxo-6 octénoïque, en solution aqueuse et à pH 8. — L'hydroxycétone obtenue a été cyclisée par traitement alcalin et a donné un stéréoisomère de la cinérolone. Cet isomère, combiné à l'acide chrysanthème-monocarbonique, donne un ester aussi toxique envers les Mouches domestiques que l'ester naturel.

D'autres esters ont été obtenus, qui diffèrent de la cinérolone par une chaîne latérale différente. Certains sont plus actifs que les constituants naturels du pyrèthre. C'est le cas de l'ester contenant une chaîne allyle $CH^2 = CHCH^2$, au lieu du groupe 2. butényle $CH^2CH = CHCH^2$-. De tels composés peuvent être plus stables et plus persistants que les pyrèthrines naturelles, ce qui leur donnerait des possibilités commerciales.

M. RAU.

BOTTGER (G. T.), YERINGTON (A. P.) et GERTLER (S. J.). — **Preliminary tests of chlorinated benzamides as insecticides.** (Tests préliminaires de benzamides chlorées essayées comme insecticides). *U. S. Dep. of agr., Bur. of entom.*, E 789, 21 p., 1949.

Des benzamides chlorées, au nombre de 129, ont été essayées sur 12 espèces d'insectes intéressant l'agriculture. Chaque essai a porté sur 20 à 25 individus et a duré 2 j en général. Les doses d'emploi étaient : pour le poudrage, 5, 10 et 25 p. cent dans la pyrophyllite ; pour la pulvérisation, 240 g de matière active par hl. Les 4 composés les plus toxiques sont : la p. chloro-N.N. diméthylbenzamide, la 3.4. dichloro-N.N. diisopropylbenzamide, la 3.4. dichloro-N.N. diméthylbenzamide et l'acide 2.phénylhydrazide- o.chlorobenzoïque. Les 3 premiers composés sont des insecticides de contact et d'ingestion, le 4e n'est qu'un toxique alimentaire. Ces insecticides sont tous inférieurs à l'isomère γ de l'H.C.H., au D.D.T., au S.N.P. et au bis (p.chlorophénoxy) méthane. On ne leur a pas reconnu d'action phytocide appréciable.

M. RAU.

BOTTGER (G. T.), YERINGTON (A. P.) et GERTLER (S. J.). — **Preliminary tests of synthetic organic compounds as insecticides. Part VI.** (Tests préliminaires sur des composés organiques de synthèse essayés comme insecticides ; 6e partie). *U. S. Dep. of agr., Bur. of entom.*, Ex. 790, 18 p., 1949.

Ce travail, réalisé dans les mêmes conditions que le précédent, a porté sur 89 composés. Tous se sont montrés très inférieurs aux insecticides de synthèse bien connus, pris comme étalons. Les plus intéressants sont le méso-α, α, 4.4'. tétrachlorobibenzyle et le cis-α, 4.4'. trichlorostilbène. Ce dernier est phytocide.

M. RAU.

SHEPHERD (J. B.), MOORE (L. A.), CARTER (R. H.) et POOS (F. W.). — **The effect of feeding alfalfa hay containing D.D.T. residue on the D.D.T. content of cow's milk.** (Effet de l'alimentation à la Luzerne contenant des résidus de D.D.T. sur le passage du D.D.T. dans le lait de Vache). *J. dairy sc.*, 32, 549-555, 1949.

De la Luzerne a reçu 2,4 kg de D.D.T. à l'ha sous forme d'aérosol ; on en a nourri des vaches qui ont absorbé ainsi 903 mg de D.D.T. par jour. Le lait des vaches contenait jusqu'à 10 mg de D.D.T. par litre, soit 259 mg par kg de beurre. — Lorsque la luzerne a reçu 600 g de matière active à l'ha, le foin donné aux vaches fourni un lait qui renferme jusqu'à 0,9 mg de D.D.T. par l.

La fraction du D.D.T. qui passe dans le lait est de 5 à 30 p. cent de ce qui est absorbé. Elle apparaît dans le lait peu de jours après l'absorption, dans un cas 3 j après. Quand cesse l'alimentation au D.D.T., celui-ci se retrouve dans le lait pendant 30 à 40 j encore, si la dose est faible, et pendant 160 à 170 j si elle est forte.

M. RAU.

VICHERY (H. B.), LEAVENWORTH (Ch. S.) et BLISS (C. J.). — **The problem of selecting uniform samples of leaves.** (Le problème du prélèvement uniforme des échantillons de feuilles) *Pl. physiol.*, 24, 335-344, 1949.

L'analyse statistique a été appliquée à des résultats d'analyses chimiques doublées portant sur des feuilles de *Bryophyllum calycinum* ; les matières dosées étaient : la matière sèche, les cendres, l'azote total, les matières protéiques et l'amidon. Trois séries d'échantillons ont été prélevées suivant 3 méthodes différentes.

La comparaison des résultats des dosages doublés a montré que plusieurs méthodes chimiques sont de valeur inégale ; les dosages des cendres sont les moins précis. Après ségrégation des erreurs analytiques, la variation nette due à l'échantillonnage a été déterminée pour chaque mode de prélèvement et pour chaque constituant. Les 5 matières dosées n'ont montré aucune différence de variabilité. — La méthode de prélèvement dite « statistique » a donné les échantillons les plus uniformes. Pour obtenir la même précision avec chacune des deux autres méthodes, il faudrait faire 4 à 5 fois autant de prélèvements.

La méthode statistique est celle qui répartit le plus également parmi les échantillons les effets des différences des plantes, de la position des feuilles et de la position des folioles.

M. RAU.

TRAPPMANN (W.). — **Gefahrdung der Nutztiere durch Bekümpfungsmassnahmen gegen Feldmaüse.** (Dangers causés aux animaux utiles par les procédés de lutte contre les petits rongeurs). *Nachr. der d. Pflanzensch.*, 2, 35-37, 1950.

L'article rappelle d'abord les moyens de lutte contre les petits rongeurs : protection de leurs ennemis naturels, piègeage, fusées toxiques, cultures bactériennes, appâts empoisonnés.

C'est ce dernier procédé qui peut susciter des craintes. Le danger n'est pas grand pour les oiseaux utiles, si on place les grains empoisonnés dans les trous. Le faisan et le coq de bruyère vivent sans inconvénient dans les secteurs traités. Les indications concernant de fortes mortalités chez les oiseaux gibiers, les petits oiseaux, les rapaces et même le gibier à poil sont exagérées : dans la plupart des cas, la responsabilité des traitements n'a pas été établie, lorsque le service de la protection des végétaux a fait une enquête.

Il n'a pas été établi que les raticides à base de chlorodiméthylamine-méthylpyrimidine sont supérieurs au thallium ou au phosphore de zinc ; ils coûtent beaucoup plus cher.

M. RAU.

Le Directeur-gérant : B. LACLAVIÈRE

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 10-4-1952.
Dépôt légal : 2e trimestre 1952
N° d'impression : 677

MORPHOLOGIE ET BIOLOGIE DE LA PUNAISE ORNÉE DU CHOU

(Eurydema ventralis Kol.)

PAR

L. BONNEMAISON

Station Centrale de Zoologie Agricole, Versailles.

SOMMAIRE

Introduction.

I. — Position systématique Variations de la pigmentation. Distribution géographique 128

A. — Position systématique.
B. — Variations de la pigmentation.
C. — Distribution géographique.

II. — Morphologie. Anatomie et physiologie 143

A. — Adulte.

1. Tête.
2. Thorax et ses appendices.
3. Abdomen et pièces génitales.
4. Glandes répugnatoires.
5. Tube digestif.

B. — Transmission des bactéries symbiotiques.
C. — Œuf.
D. — Stades larvaires.

III. — Biologie 213

A. — Apparition des adultes hibernants.
B. — Accouplement.
C. — Ponte.
D. — Incubation et éclosion.
E. — Vie larvaire.
F. — Seconde génération.
G. — Remarques sur la diapause.
H. — Hibernation.

IV. — Action des piqures sur les plantes 247

V. — Facteurs limitatifs de la pullulation 253

VI. — Méthodes de lutte 260

VII. — Résumé et conclusions 263

Bibliographie 266

INTRODUCTION

Les Punaises des Crucifères sont bien connues des cultivateurs et des maraîchers ; l'espèce la plus commune et la plus nuisible est la Punaise ornée du Chou (*Eurydema ventralis* KOLENATI). Les Crucifères peuvent souffrir des attaques d'autres Hémiptères et en particulier de celles de la Punaise potagère (*Eurydema oleracea* L.). et de *Dolichoris baccarum* L. Les deux dernières espèces se trouvent un peu partout ; leur polyphagie est plus marquée et leur aire géographique plus étendue en France que celle de la Punaise ornée.

J'ai commencé cette étude en 1936 à la Station de Zoologie Agricole du Sud-Ouest ; je l'ai continuée en 1937, 1938 et 1939 à la Station de Zoologie Agricole de Saint-Genis-Laval (Rhône). Interrompu par la guerre et la captivité, ce travail a été terminé à la Station Centrale de Zoologie Agricole. C'est pourquoi dans l'étude biologique de ce parasite, il sera signalé des observations faites dans les régions bordelaise, lyonnaise et parisienne.

J'ai été amené à étudier en détail certains points ayant trait à la morphologie, à l'anatomie ou à la physiologie qui m'ont paru insuffisamment étudiés ou interprétés d'une manière incorrecte chez cet Insecte et, d'une façon plus générale, chez les Pentatomides. Je me suis par contre contenté de signaler seulement des organes ne différant pas ou très peu de ceux d'autres Pentatomides et qui ont donné lieu à une étude suffisamment approfondie.

I. — POSITION SYSTÉMATIQUE. VARIATIONS DE LA PIGMENTATION. DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

A. — POSITION SYSTEMATIQUE

La Punaise ornée du Chou appartient d'après la classification de GULDE (1934) à la famille des *Pentatomidae*, sous-famille des *Pentatominae* STAL, division des *Strachiini* STAL, genre *Eurydema* LAPORTE (1832), *Strachia* FIEBER (1861) *et auct. nec* HAHN (1831).

Le nombre des espèces que renferme le genre *Eurydema* varie beaucoup suivant les auteurs : C. J. B. AMYOT (1848) ne cite qu'une espèce : *E. ornatum* ; L. F. FIEBER (1861) indique 11 espèces (*Strachia festiva* L., *S. ornata* L., *S. gebleri* KOL., *S. pustulata* FIEB., *S. picta* H. SFF., *S. dominula* HARR, S. *meyeri* FIEB., *S. stolida* FRIDV, *S. oleracea* L., *S. linelola* STEIN, S. *rugulosa* DOHRN.).

MULSANT et REY (1865) décrivent 7 espèces : *Strachia ornata* L., *S. picta*

H. S., *S. decorata* H. S., *S. festiva* L., *S. dominula* HARR., *S. oleracea* L., *S. cyanea* FIEB.

PUTON (1878-1881) décrit les mêmes espèces que MULSANT et REY et, en plus, *S. cognata* FIEB.

OSHANIN (1906) indique 26 espèces dont 7 intéressent la France : *E. ornatum* L., *E. festivum* L., *E. fieberi* FIEB., *E. herbaceum* H. S., *E. dominulus* SCOP., *E. oleraceum* L., *E. cyaneum* FIEB.

W. STICHEL (1925) énumère : *E. dominulus* SCOP., *E. ornata* L., *E. decorata* H. S., *E. festiva* L., *E. fieberi* FIEB., *E. oleracea* L.

Enfin J. GULDE (1933) cite 5 espèces : *E. ornatum* L., *E. festivum* L., *E. dominulus* SCOP., *E. fieberi* FIEB, *E. oleraceum* L.

STICHEL (1926) et von LENGERKEN (1930) ont signalé que l'espèce *E. ornata* des auteurs précédents ne correspond pas à *E. ornata* décrit par LINNÉ mais à *E. ventralis* KOLENATI (1846).

LINNÉ a désigné *E. festiva* sous les noms d'*E. ornata* et d'*E. festiva* : en application du principe de priorité, *E. festiva* doit donc s'appeler désormais *E. ornata* LINNÉ 1758.

B. — VARIATIONS DE LA PIGMENTATION

La Punaise ornée du Chou présente d'assez grandes variations de couleurs qui ont donné lieu à la création d'espèces pour certains auteurs, de sous-variétés pour d'autres. Je citerai également *E. ornata* (LINNÉ) STICHEL, cette espèce étant considérée par plusieurs auteurs comme une variété d'*E. ventralis* KOL. (*E. ornata* AUCT. *nec* L.).

C. J. B. AMYOT (1848) : *E. ornatum* L., var. *herbaceum* H. S., var. *festivum* L. ; var. *pictum* H. S.

F. X. FIEBER (1861) : *E. ornatum* L., var. *pectoralis* H. S., var. *dissimilis* FIEB.

MULSANT et REY (1866) : *S. ornata* L., var. *pectoralis* FIEB., var. *dissimilis* FIEB. ; *S. festiva* L.

PUTON (1878-1881) : *S. ornata* L., var. *pectoralis* FIEB., var. *dissimilis* FIEB. ; *S. festiva* L.

OSHANIN (1912) : *E. ornatum* L. ; var. *pectorale* FIEB. var. *dissimile* FIEB. ; var. *ventrale* KOLEN ; var. *hoffmanseggi* GRSK. = var. *herbaceum* HBN. *nec* ; H.S. var. *falleni* GRSK. = var. *gorskianum* KVIK ; *E. festivum* L.

W. STICHEL (1925) : *E. ornata* L. *E. festiva* L.

J. GULDE : (1933) *E. ornatum* L., var. *ventralis* KOLEN., var. *pectoralis* FIEB., var. *dissimilis* FIEB., var. *falleni* GORSKI ; *E. festivum* L.

J'ai donc été amené à rechercher les caractères distinctifs d'*E. ornata* et d'*E. ventralis* et à examiner la valeur et les causes des variations observées.

E. ventralis et *E. ornata* constituent deux espèces absolument distinctes

facilement identifiables tant par les caractères extérieurs que par l'examen des pièces génitales du mâle et de la femelle (1).

E. ventralis. — Valve génitale (*Parandria*) du mâle unilobée (fig. 37). Gonocoxites VIII formant dans la région axiale un angle obtus dont la pointe est dirigée vers la tête. Face dorsale de l'abdomen rouge, au moins sur les premiers segments, les postérieurs étant souvent noirs. Pronotum orné de 6 grosses taches noires souvent confluentes. Dos aplati. Longueur moyenne des mâles : 8 mm, des femelles : 10 mm.

E. ornata. — Valve génitale du mâle fortement bilobée (fig. 39). Gono-

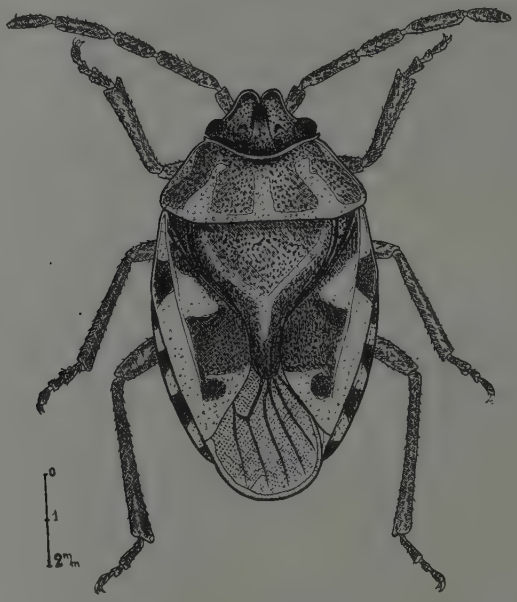


FIG. 1. — *E. ventralis* mâle.

coxites VIII formant dans la région axiale un angle de près de 190 G dont la pointe est dirigée vers l'extrémité postérieure du corps. Face dorsale de l'abdomen noire. Pronotum avec 6 petites taches noires presque toujours isolées. Dos nettement bombé. Longueur moyenne des mâles : 7 mm, des femelles : 8,5 mm.

J'ai également cherché à vérifier la non identité des deux espèces en procédant à des essais de croisement ; ces expériences n'ont abouti qu'à des échecs.

Description d'E. ventralis adulte (fig. 1 et 2) : La tête, de forme pentago-

(1) Au moment de la remise de ce mémoire au Secrétariat de la Rédaction des *Annles de la Recherche Agronomique* est paru dans les *Annales de la Société Entomologique de France* (années 1948-1949 imprimées en 1951) un travail de M. C. DUPUIS intitulé : « Les espèces françaises du genre *Eurydema* LAPORTE » ; la clé de détermination repose principalement sur les caractères morphologiques des organes génitaux.

nale, divisée en 3 parties par deux sillons qui divergent vers l'arrière jusqu'aux ocelles, est de couleur noire et fréquemment bordée d'un étroit liseré rouge qui s'élargit légèrement à la partie la plus antérieure ; les yeux sont marron noirâtre et les ocelles rouges.

Le pronotum, normalement rouge foncé, présente 6 grandes taches noir bleuâtre, carrées ou rectangulaires, de dimensions variables : deux en avant et quatre en arrière. Ces taches se soudent les unes aux autres de diverses ma-

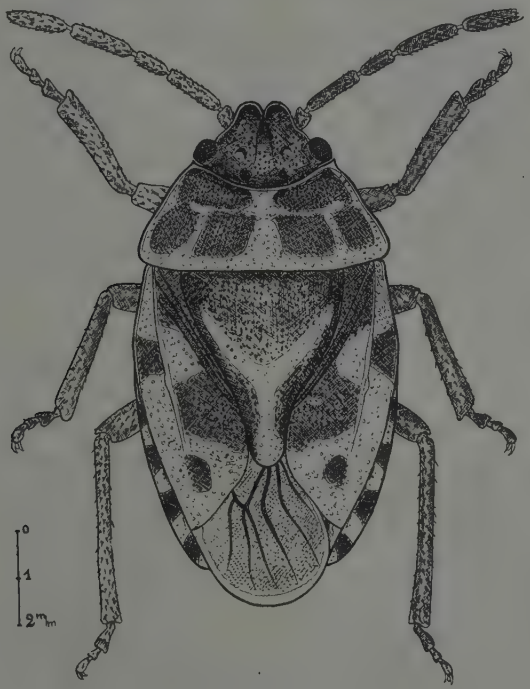


FIG 2. — *E. ventralis* femelle.

nières ; tantôt la soudure porte sur les deux taches antérieures, tantôt elle s'effectue entre les taches antérieures et les deux postérieures situées du même côté ; il est des cas où les six taches sont isolées.

Le scutellum est triangulaire, noir bleuâtre, avec une grande tache rouge foncé en forme d'Y d'étendue variable.

Le corium est rouge et bordé intérieurement d'une bande noire qui s'élargit brusquement à la hauteur de l'extrémité postérieure de scutellum ; il existe en outre une tache latéro-externe à mi-longueur du corium et une tache arrondie dans l'angle arrière du corium. Le clavus est entièrement noir ; la membrane, d'un noir brun à noir violacé, possède une étroite bordure externe hyaline. Le connexivum est rouge foncé et présente 4 bandes noires situées sur le bord et

en avant des segments abdominaux V, VI, VII, VIII. La face ventrale de la tête est d'un noir brillant à l'exception de la *buccula* qui est de couleur jaune pâle ; le rebord externe du logement de l'antenne est fréquemment d'une teinte orangée ainsi que deux petites aires antérieures au clypeus. L'antenne est entièrement noire.

La région sternale thoracique est noire en majeure partie et bordée latéralement de rouge ; les épisternes et les épimères ont parfois une teinte ivoire.

L'abdomen, fondamentalement rouge foncé, est plus ou moins envahi par une large zone noire médiane ; il existe en outre une petite tache noire latérale autour de chaque stigmate et une tache noire marginale qui est le prolongement de celles que l'on aperçoit sur le connexivum.

Il n'existe pas d'une façon absolue de différence de coloration ni de forme des taches entre le mâle et la femelle, mais cette dernière est un peu plus volumineuse ; les mâles mesurent en moyenne 8 mm de long et les femelles 10 mm. Les pièces génitales de la femelle sont généralement de couleur rouge avec la région centrale noire ; celles des mâles sont le plus souvent noires, les valves copulatrices étant légèrement bordées de rouge.

Cette description s'applique à la grande majorité des punaises récoltées en plein air sur diverses plantes. Dans le courant de l'été, on récolte fréquemment les insectes dont la coloration diffère quelque peu de la normale. Les systématiciens ont décrit un assez grand nombre de variétés. Il était intéressant de préciser la valeur qu'il convenait d'attribuer à ces variations de coloration : celles-ci peuvent être attribuées *a priori* à des facteurs héréditaires, à l'action de facteurs climatiques bien déterminés, à l'alimentation ou à l'âge de l'animal.

Gulde (1933 a décrit 5 variétés d'*E. ventralis* sous le nom d'*E. ornatum* : *E. ornatum* L. sen. str., *ventrale* Kolenati, *pectoralis* Fieb., *dissimilis* Fieb., *falleni* Gorski.

En France il n'a été signalé que la var. *pectoralis* et la var. *dissimilis* Fieb (Puton), cette dernière étant limitée à la région de Marseille et à la Corse.

J. Bruneteau (1931) ne mentionne pas de variété pour la région normande. M. Lambertie (1910) a trouvé la var. *pectoralis* dans la région de Bordeaux. J'ai récolté de nombreux exemplaires de la var. *pectoralis* dans la région bordelaise et dans les environs de Lyon.

La variété *pectoralis* ne désigne en fait que l'adulte jeune ; en effet si l'on élève en plein air ou au laboratoire de jeunes punaises adultes, on constate que la couleur jaune clair à jaune citron des téguments vire lentement au jaune rougeâtre pour devenir finalement rouge foncé. En même temps, les taches noires s'étendent peu à peu sur le pronotum où, d'isolées, elles deviennent parfois confluentes. A la face ventrale du thorax, les taches en anneau, caractéristiques de la variété, font place à de larges taches noires. Quelques jours plus tard, la face ventrale de l'abdomen qui était jaune clair se teinte peu à peu

de gris puis de noir dans la région axiale ; les figures 3 à 8 illustrent cette transformation.

L'influence des conditions de milieu sur la coloration a été étudiée d'une manière approfondie chez les Lépidoptères ; elle a donné également lieu à un certain nombre de travaux se rapportant aux Hétéroptères et aux Hyménop-

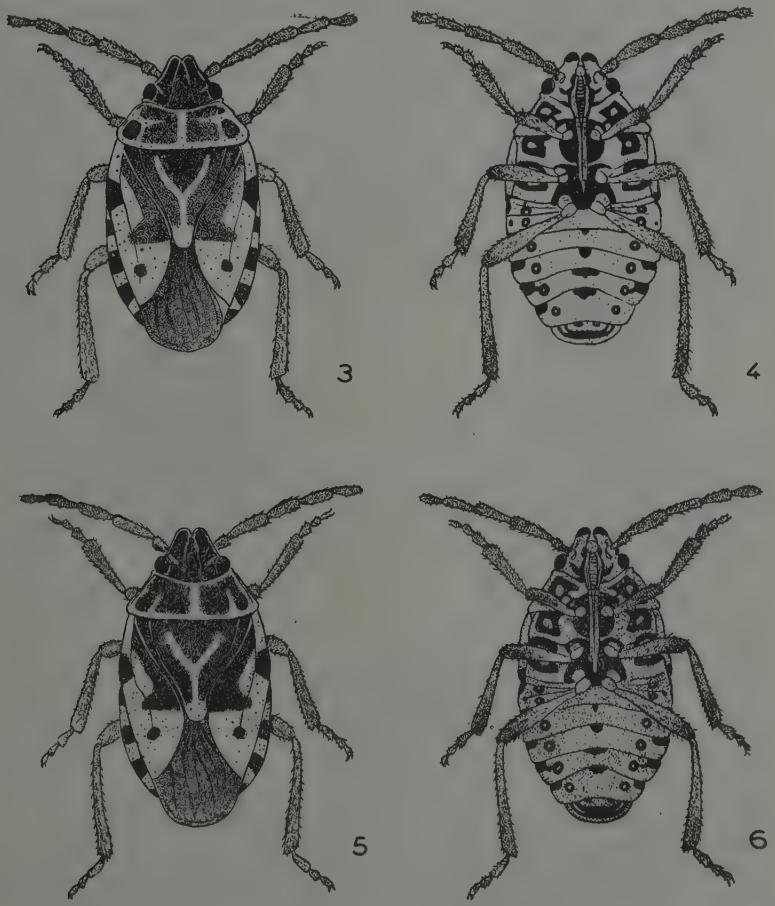


Fig. 3 à 6. — *Voir page suivante*

tères. Il est reconnu d'une manière générale que les températures basses provoquent le développement de la pigmentation noire.

Genieys (1922) élevant des larves d'*Habrobracon brevicornis* Wes. à des basses températures obtient des adultes de couleur noire ; les nymphes élevées à 38-42°C se transforment en adultes entièrement jaune testacé. Les mâles paraissent être plus sensibles que les femelles ; Genieys explique cette parti-

cularité par le développement plus rapide des nymphes mâles ; l'humidité, la lumière n'ont aucune action.

Au cours de ses recherches sur un Pentatomide (*Perillus bioculatus* FAB.) H. KNIGHT (1922-1924) a constaté une très grande variabilité de la coloration des élytres et de l'écusson, pouvant aller du blanc au noir en passant par le jaune et le rouge. La coloration dépend de la température à laquelle les larves ont été élevées. Celles qui sont soumises à une température de 85 à 95°F donnent des formes blanches, alors que les températures inférieures à 78°F produisent des formes jaunes ou rouges.

Pour les températures comprises entre 78° et 82°F, la coloration dépend, d'après KNIGHT, de l'activité individuelle de l'insecte, celle-ci déterminant la quantité de pigment pouvant être placée dans l'hypoderme et la cuticule. Le

FIG. 3 à 8. — Modifications de la colorations d'*E. ventralis* mâle élevé à la température de 33°. 3 et 4 : un jour après la mue imaginale (Var. *pectoralis*). 5 et 6 : trois jours après la mue imaginale. 7 et 8 : neuf jours après la mue imaginale (Var. *ventrale*).

pigment jaune et rouge situé dans l'hypoderme est du carotène, mais pour la plupart des punaises, la couleur rouge est due à un pigment soluble dans l'eau, présentant de grandes analogies avec les flavones (PALMER et KNIGHT).

Le carotène ne joue pas le rôle de substance de réserve mais serait plutôt de nature excrétrice. Aux températures élevées, le carotène est éliminé avec les excréments, alors qu'aux températures basses une partie s'accumule dans l'hypoderme en lui donnant une couleur jaune ou rouge ; les femelles qui ont un métabolisme plus important que les mâles, par suite du développement de leurs ovaires, se colorent moins rapidement que ces derniers.

Il en est tout autrement pour le pigment rouge de *Pyrrhocoris apterus* étudié par HENKE (1924) ; celui-ci n'est pas un produit d'excrétion mais une matière de réserve. La pigmentation augmente quand l'alimentation est abondante et diminue lorsque les conditions de milieu deviennent défavorables.

La pigmentation noire, due à des mélanines siégeant dans la cuticule, est, d'après KNIGHT et HENKE, de nature excrétrice. Sa plus ou moins grande abondance est en relation avec le métabolisme de l'animal, ce dernier étant lui-même sous l'influence des conditions extérieures ; chez *Perillus* et quelques autres Hétéroptères, la mélanisation s'accentue aux températures basses, concurremment avec l'accumulation du carotène.

H. KNIGHT a constaté que la coloration jaune typique de l'insecte ne change pas s'il est placé dans un milieu où la température est égale ou supérieure à 78°F ; si l'Insecte séjourne pendant quelques jours à une température inférieure à 75°F la couleur jaune vire au rouge orangé et devient rouge foncé au bout de 6 ou 7 semaines. Au cours de l'hibernation il ne se produit pas de changement dans la coloration des punaises en raison de l'arrêt des processus physiologiques. KNIGHT en conclut que la température n'exerce pas une action directe sur les modifications de la coloration, mais que celle-ci relève des processus physiologiques se produisant pendant la vie active de l'Insecte. Il a cependant observé de rapides changements de couleur dans les 2 ou 3 semaines précédant l'hibernation, ainsi qu'à la reprise de l'activité de l'Insecte au printemps.

La pigmentation d'*E. ventralis* se produit d'une manière toute différente de celle observée par KNIGHT. La couleur jaune vire au rouge d'autant plus rapidement que la température est plus élevée.

J'ai mis en élevage au cours des mois de janvier, février et mars, des individus isolés et des couples dans des étuves maintenues aux températures constantes de 15°, 20°, 28° et 33°, où l'humidité relative était élevée et l'éclairage très réduit. Tous ces insectes provenaient des mêmes géniteurs élevés au laboratoire depuis plusieurs générations.

A 33°, la couleur jaune vire à l'orange chez le mâle, le 2e jour en moyenne après la naissance et au rouge le 7e jour. Le virage se produit plus lentement pour la femelle, la couleur orangée apparaît le 3e jour, et le rouge le 10e jour. A 28°, la teinte orangée apparaît pour le mâle le 7e jour et la couleur rouge le 10e jour. A 20°, le mâle est orangé le 9e jour, rouge le 15e jour. A 15°, le mâle est orangé le 11e ou le 12e jour, rouge le 20e jour.

Ces chiffres constituent une moyenne, car il existe d'assez grandes variations individuelles. Aux températures inférieures à 33°, le virage à l'orange et au rouge est également plus lent à se produire chez les femelles que chez les mâles.

Je n'ai pu trouver, ni obtenir par l'élevage poursuivi pendant plusieurs générations à la température de 28° de punaises de la variété *dissimilis* FIEB., ou *falleni* GORSKI, variétés qui n'ont été récoltées que dans des régions chaudes. Par contre, il est apparu une forme particulière où le jaune orangé des téguments était presque complètement remplacé par une couleur blanc-nacré. J'ai élevé à différentes températures constantes (20, 24, 28°) les descendants d'un couple de la variété *ventrale* récolté dans la Drôme à l'automne 1946 ; ce couple

a commencé à pondre le 19 décembre ; 3 pontes ont été élevées à 28° et n'ont donné que des individus de la variété *pectoralis* ; un couple provenant d'une de ces lignées, également élevé à 28° a donné 15 pontes qui furent élevées isolément ; de ces 15 pontes, soit 180 œufs, 21 individus seulement (12 mâles et 9 femelles) purent atteindre l'état adulte, 7 mâles et 8 femelles étaient de la variété *pectoralis* ; les autres (6 mâles et 1 femelle) présentaient la coloration particulière signalée précédemment (1). Ces individus ont pris la teinte orangée normale en 3 à 4 jours à 28°, en 8 à 10 jours à 16°.

La lumière n'intervient pas dans le changement de la coloration ; celui-ci se produit aussi rapidement à une forte lumière que sous un éclairage diffus ou à l'obscurité totale.

La pigmentation noire se développe beaucoup plus rapidement aux températures élevées ; à 33° les taches ventro-thoraciques noires à centre clair, caractéristiques de la forme *pectoralis*, disparaissent chez le mâle vers le 5e jour après la mue nymphale et une large bande noire abdominale existe dès le 6e jour chez la plupart des individus ; à 28° la disparition des taches s'observe entre le 6e et le 10e jour, à 15° au-delà du 20e jour (le 30e jour pour la femelle).

La pigmentation noire, comme la pigmentation rouge, apparaît beaucoup plus tardivement chez la femelle que chez le mâle.

En élevage dans une salle très éclairée et à une température moyenne de 22°, j'ai noté chez les mâles la disparition des taches ventro-thoraciques noires à centre clair vers le 8e jour après la nymphose imaginale, et la mélanisation de l'abdomen 4 à 5 jours plus tard. Chez la femelle placée dans les mêmes conditions expérimentales, les taches en anneau du thorax ne disparaissent qu'une dizaine de jours après la dernière mue, le noircissement de l'abdomen ne s'observe qu'à partir du 15e jour et n'est à peu près total qu'au-delà du 20e jour.

En plein air, l'accouplement ne se produit jamais entre individus de couleur claire ; tout au plus peut-on noter la fécondation de femelles jaune rougeâtre par des mâles qui sont toujours rouge foncé. Au point de vue pratique, on peut retenir qu'il n'y a pas lieu de craindre la ponte tant que le virage de la couleur des adultes ne s'est pas produit depuis plusieurs jours. L'accumulation du pigment jaune-rouge semble en effet se faire d'une manière sensiblement parallèle à l'importance des phénomènes physiologiques dont l'Insecte est le siège.

L'extension du pigment noir se fait suivant un processus assez régulier ; elle se manifeste tout d'abord par l'apparition de petites taches de forme sensiblement triangulaire dans la région médio-ventrale de l'abdomen. Ces taches s'élargissent peu à peu, leurs extrémités restant à une distance à peu prés égale, pour les différents segments, des bords de l'abdomen. Il en résulte que l'ensemble des taches revêt une forme triangulaire. Les taches de l'abdomen restent le plus souvent petites ou tout au moins isolées chez la femelle ; par contre, et

(1) J'ai observé des individus présentant cette coloration dans un lot de punaises adultes récoltées aux environs de Toulon, le 28 septembre 1938.

principalement chez le mâle, elles peuvent finir par devenir confluentes : toute la face ventrale de l'abdomen ou sa quasi-totalité devient noire (var. *ventralis* KOLENATI).

L'apparition des macules noires triangulaires précède de peu la disparition des anneaux noirs à centre jaune caractéristiques de la variété *pectoralis ;* presque toujours, ce sont les taches jaunes du métathorax, puis du mésothorax, qui sont éliminées les premières et souvent simultanément ; ceci se produit souvent le lendemain ou le surlendemain de la mue imaginale pour les mâles élevés à la température de 33°. La disparition de la tache jaune du prothorax se fait d'une manière beaucoup plus tardive ; à 33° elle ne s'observe souvent que 5 ou 6 jours après la dernière mue. A 15°, la variété *pectoralis* fait place à la forme *ornatum* typique, 18 à 25 jours après l'apparition de l'adulte, pour le mâle. J'ai cependant noté des individus chez lesquels la disparition de la tache jaune se produisait d'abord sur le prothorax.

Dans les élevages à 20°, tout l'abdomen du mâle peut être entièrement noir 11 à 12 jours après la mue nymphale. Cette mélanisation se produit cependant d'une manière extrêmement irrégulière ; tous les degrés de pigmentation s'observent parmi les individus issus de la ponte d'un couple provenant de géniteurs soumis à une sélection dans ce sens depuis 3 ou 4 générations et élevés dans les mêmes conditions de milieu. L'élevage des punaises à diverses températures montre que le noircissement de la face ventrale de l'abdomen ne se produit pas plus rapidement aux hautes températures qu'aux basses. En résumé, la pigmentation de cette région n'obéit à aucune règle et paraît relever de facteurs essentiellement individuels ; cette observation démontre la prudence qu'il convient d'apporter à la description des sous-variétés, et, bien souvent, leur inutilité.

Le développement des taches noires d'*E. ventralis* peut d'ailleurs expérimentalement être poussé bien au-delà de ce que l'on observe dans la nature ; en élevant des punaises en boîtes de Petri, à une température oscillant entre 20 et 25°, j'ai obtenu des individus mâles et femelles presqu'entièrement noirs.

On sait, que d'une manière générale, les températures variables assurent un métabolisme plus actif que les températures constantes ; il était donc permis de supposer qu'une température variable accélérerait le développement du pigment noir. Par ailleurs MICHALK (1929) a signalé qu'immédiatement après le réveil printanier et la première absorption de nourriture les adultes hivernants d'*E. festiva* L. *auct.* (*E. ornata* L. STICHEL) passent au stade *decoratum* H. S., forme ayant une répartition du pigment noir plus abondante que l'*E. festivum* typique. De son côté KNIGHT n'a pas observé de changement de coloration de *Perillus bioculatus* durant l'hibernation.

Afin d'apporter quelques éléments nouveaux sur cette question, j'ai élevé comparativement à partir du 7 mars, dans des cages grillagées et en plein air, des *E. ventralis* ayant une coloration rouge et une répartition normale du pigment noir qui ont été laissés pendant tout l'hiver dans ces cages : 5 couples pro-

venant d'un élevage hivernal à 28°, devenus adultes entre le 1er et le 3 mars 1945 et 5 couples issus d'un élevage à 33° ayant subi la mue imaginale les 4 et 6 mars. Ces couples furent placés dans deux cages situées dans les mêmes conditions de milieu que les punaises hibernantes. Les mois de mars et d'avril furent exceptionnellement chauds (température moyenne de mars : 8,6°, de la 1ere quinzaine d'avril : 16°). Ces 10 couples ont commencé à s'alimenter le 14 mars ; à cette date, les insectes étaient encore au stade *pectoralis* sauf les mâles nés entre le 1er et le 3 mars où les taches jaunes sterno-thoraciques avaient en partie disparu ; la couleur jaune était en outre passée au rouge-cerise. Le 24 mars, toutes les femelles étaient encore de la forme *pectoralis* mais celles nées entre le 1er et le 3 mars avaient une teinte orangée ; le 5 avril, ces femelles étaient rouge-cerise et encore du type *pectoralis*, et les mâles ne l'étaient plus. A cette date, les mâles et les femelles devenus adultes les 5 et 6 mars étaient du type *pectoralis* et avaient une teinte jaune, plus claire chez les femelles que chez les mâles.

Le 26 avril, les punaises femelles les plus âgées avaient à peu près toutes dépassé le stade *pectoralis* alors que les punaises femelles qui étaient plus jeunes seulement de 3 jours étaient encore très nettement *pectoralis* et de couleur orangée à rouge-cerise ; les mâles de ce dernier lot étaient sensiblement au même stade que les femelles du premier lot.

Nous voyons donc que les différences qui existaient dans la distribution du pigment au moment de l'expérience se sont maintenues d'une manière rigoureuse pendant plus d'un mois et demi ; ces différences, dues simplement à un décalage de 3 jours d'élevage à la température de 28° se traduisirent malgré la température relativement élevée des mois de mars et avril par un retard de 10 à 15 jours dans l'évolution des pigments.

Les punaises qui muent tardivement en automne sont de la forme *pectoralis* ; elles n'ont pas toutes le temps d'évoluer en la forme *ornatum*. Elles hibernent donc sous la forme *pectoralis* et se transforment graduellement au printemps en la forme typique. Ces quelques punaises aux couleurs claires que l'on peut trouver au printemps peuvent d'ailleurs engendrer des erreurs dans le décompte des générations.

La répartition du pigment noir peut dans certains cas être très poussée dès la mue imaginale ou peu de temps après celle-ci, même en des régions qui offrent très peu de variations. C'est ainsi que dans un élevage à 20°, j'ai obtenu un mâle qui, le lendemain de la dernière mue n'offrait pas les caractères de la variété *pectoralis* bien que les téguments fussent de couleur jaune clair ; en outre le dessin en forme d'Y qui orne le scutellum était réduit à 3 minces bandes de couleur jaune (fig. 9).

Au contraire de ce qui a été signalé pour la pigmentation orangée, un éclairement intense hâte la diffusion du pigment noir, mais il y a, ici aussi, de très grandes variations individuelles.

J'ai observé dans le même élevage un autre mâle qui ne présentait plus

qu'une mince languette jaune noirâtre à peine discernable (fig. 10). L'humidité et la lumière exercent une action faible sur la densité de la pigmentation jaune-rouge ou noire. Mes observations concordent sur ce point avec celles de KNIGHT sur *Perillus bioculatus*.

Le virage du jaune au rouge qui se produit chez l'adulte ne peut être inversé, même si l'on élève l'Insecte à une température élevée ; en d'autres mots, le pigment rouge peut s'accumuler mais ne peut être éliminé. Il en est de même en ce qui concerne la pigmentation noire.

Les facteurs qui interviennent chez la Punaise du Chou dans l'accumulation du pigment jaune-rouge et du pigment noir diffèrent donc notablement en certains points de ce qui a été observé par KNIGHT avec *Perillus* et HENKE chez *Pyrrhocoris*. Avant d'approfondir leur étude, il est indispensable de connaître la nature chimique exacte de ces pigments.

E. ornata L. STICHEL présente des modifications de la coloration comparables à ce qui a été signalé précédemment pour *E. ventralis*. MICHALK (1939)

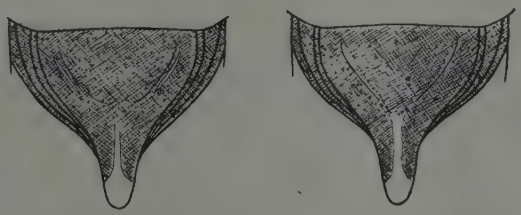


FIG. 9-10. — Pigmentation anormale du scutellum de deux *E. ventralis* mâles.

a fait en Allemagne des observations sur les variations des couleurs de cette espèce en plein air. Il a noté qu'à la mue imaginale, l'espèce présente la forme *pictum* ; dans le sud de l'Europe, la couleur de base est blanche ou blanc-jaunâtre, alors que plus au nord, les téguments sont plutôt jaune ou jaune-orangé ; peu à peu les insectes présentent les caractéristiques de la variété *festivum* typique. Il n'y aurait qu'une génération par an ; les insectes deviennent adultes du début de juillet jusqu'à la mi-août (var. *pictum*) puis passent à la forme *festivum*, en septembre et octobre. Au printemps suivant les insectes quittent leur retraite hivernale dès le mois de mars ; ils sont encore du type *festivum* puis évoluent vers la variété *decoratum* ; la reproduction débute lorsque tous les animaux sont de la variété *decoratum*.

J'ai élevé plusieurs couples d'*E. ornata* L. STICHEL et leurs pontes à la température constante de 28°. A la mue imaginale, les insectes présentent des caractères intermédiaires entre les variétés *picta* et *chlorotica* ; 4 à 6 jours plus tard la couleur blanc-orangé vire au rouge-orangé, puis au rouge-cerise au bout de 15 à 18 jours (var. *Christophis*). Cette pigmentation ne se produit pas toujours d'une manière uniforme ; il arrive qu'elle se développe plus rapidement sur le bord postérieur du pronotum, à l'extrémité du scutellum, et autour des taches noires de la mésocorie (var. *cruentata*).

Au moment de la mue, il n'existe généralement qu'un petit triangle noir sur le 8e urosternite ; par la suite, quelques autres petites taches noires peuvent apparaître (*f. festivum*) chez d'autres individus, l'abdomen reste généralement blanc-jaunâtre pendant quelque temps puis vire entièrement au gris et au noir (var. *mehadiensis*), tandis que celui de leurs frères ou sœurs devient rouge. Enfin, chez d'autres animaux, il apparaît une petite tache triangulaire sur les 3e et 4e urosternites qui s'agrandit progressivement et finit par atteindre le 8e urosternite. L'abdomen de l'insecte présente alors une large zone noire triangulaire (var. *decorata* H. S.). Comme pour *E. ventralis*, les températures élevées accélèrent la formation des pigments rouge et noir.

Il y a donc, en ce qui concerne *E. ornata* L. Stichel des aberrations individuelles qui sont indépendantes de la température, de la lumière, ou de l'alimentation. Les quatre variétés *completa*, *conjecta*, *simplex* et *simplicissima* qui se caractérisent par le développement ou la suppression des deux petites taches situées en avant de la pointe du scutellum constituent également des aberrations individuelles.

Des punaises récoltées en septembre dans la Drôme ont été élevées aux températures constantes de 28 et de 24°. La reproduction a commencé dans le courant du mois de janvier et s'est poursuivie jusqu'en mars ; tous les reproducteurs mâles et femelles étaient du type *festivum*, aucun ne présentait les caractères de la variété *decoratum*.

Michalk admet que les variétés *cruentata* et *chlorotica* sont des formes de transition entre *pictum* et *festivum* ; je ne partage pas cette opinion en ce qui concerne la variété *chlorotica*, qui est en fait un stade antérieur à *pictum* ne se trouvant que dans les pays chauds.

Enfin, le passage de la forme *pictum* à la forme *decoratum* ne se produit pas nécessairement après l'hivernage et sous l'influence d'une température élevée. C'est ainsi qu'un couple devenu adulte le 31 mars et élevé à 20° a atteint la forme *decoratum* le 8 mai.

En résumé, la coloration des deux pentatomides *E. ventralis* et *E. ornata* n'est pas immuable ; il y a pour ces deux espèces un virage du jaune clair au rouge foncé et le développement d'une pigmentation noire au fur et à mesure du vieillissement de l'animal, mais, contrairement à ce qu'a observé Knight sur *Perillus bioculatus*, le changement de couleur est d'autant plus rapide que la température est plus élevée.

Pour *E. ventralis* comme pour *E. ornata*, il se produit un changement graduel de couleur qui fait passer *E. ventralis* par les trois variétés *pectoralis*, *ornatum* et *ventralis* et *E. ornata* par les trois variétés *picta*, *festivum* et *decoratum* ; il existe en outre un certain nombre d'aberrations individuelles.

C. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

La Punaise ornée du Chou a été signalée dans de nombreux pays : France, Espagne, Portugal, Italie, Hongrie, Roumanie, Suisse, Autriche, Iles Canaries, Maroc, Algérie, Asie Mineure, Syrie, Sicile, Crète, Albanie, Caucase, Turkestan ainsi que dans la Russie moyenne et orientale (fig. 11). Elle n'a pas été signalée en Amérique du Nord.

D'après OSHANIN (1906) la répartition géographique des variétés est la suivante :

FIG. 11. — Répartition géographique d'*E. ventralis*.

Variété *pectoralis* FIEB. : Europe moyenne et méridionale. Russie moyenne et méridionale.

Variété *dissimilis* FIEB. : Europe méridionale, Hongrie, Russie méridionale.

Variété *hoffmanseggi* GORSKI : Espagne, Hongrie méridionale, Russie méridionale.

Variété *ventralis* KOLEN : Hongrie, Caucase.

Variété *falleni* GORSCI : Lithuanie, Hongrie.

Nous manquons d'indications précises sur la répartition de cet Hémiptère en France (fig. 12). Je ne l'ai pas observé en plusieurs localités des départements du Nord et de l'Aisne ; il est peu commun dans la région parisienne. BRUNETEAU le signale dans les départements de la Seine-Inférieure, de l'Eure et de l'Orne. M. LAMBERTIE l'a trouvé dans la région de Bordeaux et de Toulouse.

Il est très commun et nuisible aux crucifères cultivés dans les départements de la Gironde, Haute-Garonne, Aude, Maine-et-Loire, dans les environs de Lyon ; il existe dans toute la vallée du Rhône, sur le littoral méditerranéen ainsi qu'en Corse.

Il s'est produit en 1945 une soudaine extension de ce parasite en divers

endroits de la France Saône-et-Loire, Haute-Savoie, Basses-Pyrénées : (environs de Puyoo et de Saint-Palais), Landes, Vienne.

J'ai trouvé dans la région parisienne ainsi que dans le environs de Lyon et de Bordeaux la variété *pectoralis* et la variété *ventralis*. Par contre, je n'ai jamais récolté la variété *dissimilis*, propre d'après PUTON aux Bouches-du-Rhône et à la Corse ; il ne m'a pas été possible d'obtenir cette forme dans mes élevages poursuivis à 33°. Cependant, tout porte à croire que la variété *dissimilis*

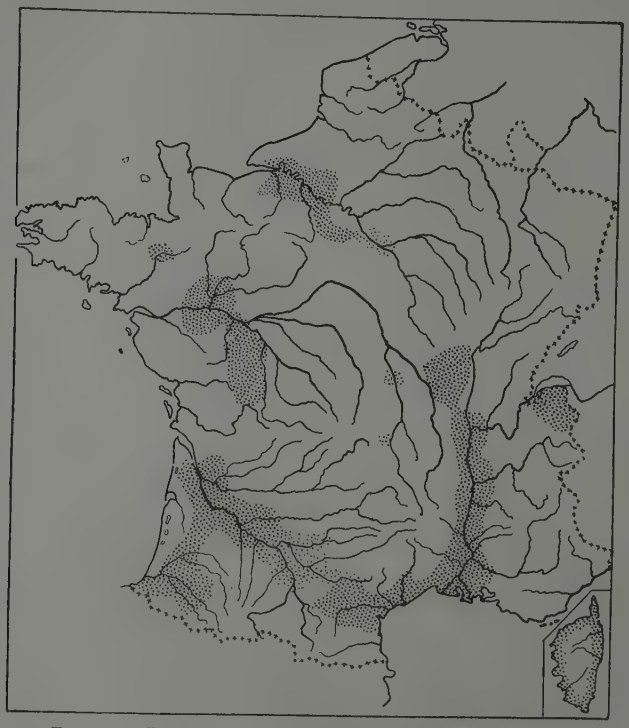


FIG. 12. — Principaux lieux de pullulation d'*E. ventralis* en France.

ne désigne que l'adulte qui vient de naître, ainsi que le mentionne d'ailleurs SERVADEI (1934) en Italie.

J'ai observé sur des punaises récoltées dans la région bordelaise des variations qui n'ont été signalées jusqu'ici que par VON LENGERKEN (1930) ; elles consistent en la réduction de la petite tache noire isolée située dans la région moyenne de la mésocorie ; quelques exemplaires présentent même une disparition complète de cette tache.

II. — MORPHOLOGIE. ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE

A. — L'ADULTE

1. **La Tête.** — La tête et les pièces buccales des Hétéroptères ont été étudiées par Marlatt (1895), Meek (1903), Berlese (1909), Bugnion et Popoff (1911), Muir et Kershaw (1911), Tower (1914), Snogdrass (1921 et 1927), Myers (1928), Muir (1929), Weber (1929), Becker (1929), Hamilton (1930).

La tête d'*E. ventralis* a une forme pentagonale ; elle porte sur les deux tiers

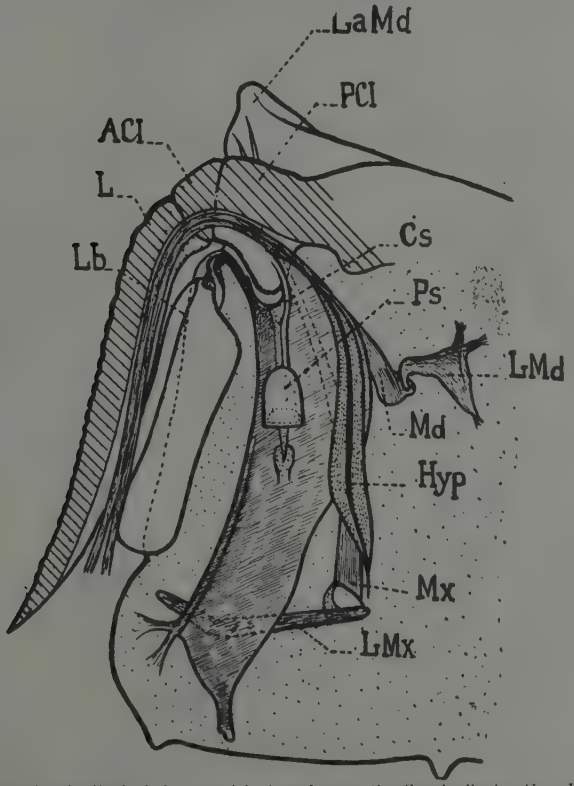


Fig. 13. — Coupe longitudinale de la tête. *Acl* : Anteclypeus. *Cs* : Canal salivaire. *Hyp* : Hypopharynx *L* : Labre. *LaMd* : Lamina mandibularis. *Lb* : Labium. *LMd* : Levier mandibulaire. *LMx* : Levier maxillaire. *Md* : Mandibule. *Mx* : Maxille. *Pcl* : Postclypeus.

antérieurs : le rostre, les antennes et les yeux ; le tiers postérieur est engagé dans le prothorax.

Le clypeus se divise en deux parties : une partie antérieure ou anteclypeus *ACl* et une partie postérieure ou postclypeus *PCl* (fig. 13). Sur la face dorsale,

le clypeus est limité latéralement par deux lobes appelés *Laminae mandibulares*. *La Md* (fig. 14) par HEYMONS (1809) et plus connus sous le nom de *jugae*.

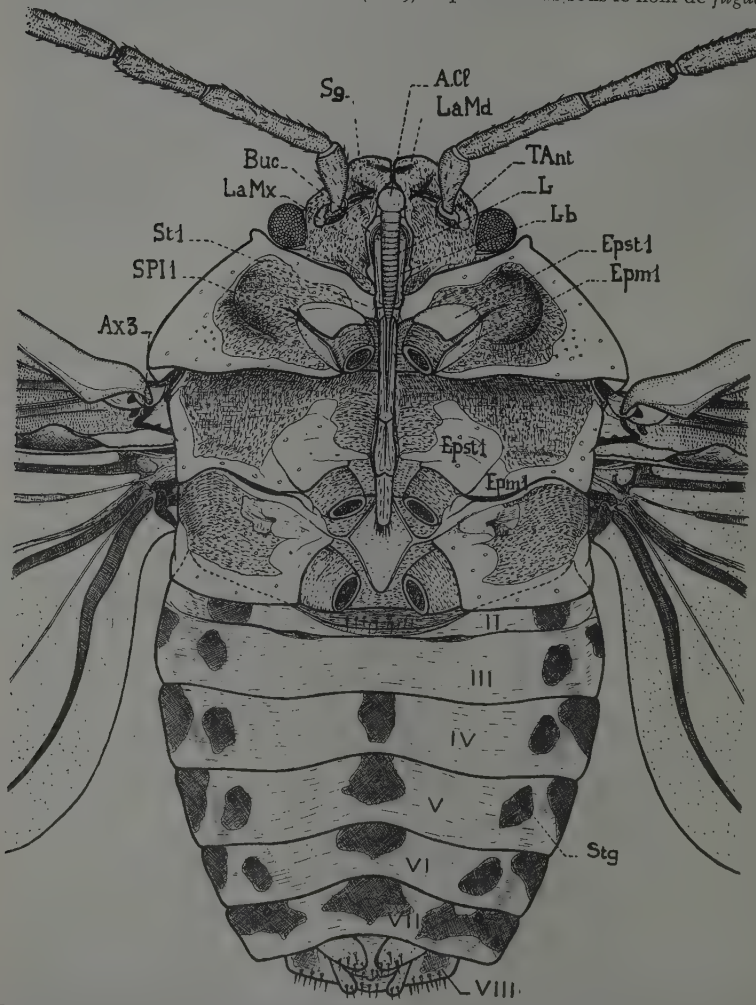


FIG. 14. — Vue générale de la femelle. Face ventrale. *Acl* : Anteclypeus. *Ax* : *Buc* : Buccula ou processus maxillaris. *Epm 1*, *Epm 2* : Épinères 1, 2. *Epst 1*, *2* : Épisternes 1, 2. *L* : Labre. *LaMd* : Lamina Mandibularis. *LaMx* : Lamina maxillaris. *Lb* : Labium. *Sg* : Suture génale. *Stg* : Stigmate. *T. Int* : Tubercule antennaire.

Alors que chez *Raphigaster griseus* F., les *jugae* restent séparés par l'anteclypeus, qu'ils sont à peine confluents chez *Palomena viridissima*, ils présentent ici une large surface de contact au-dessus de l'anteclypeus.

La ligne de contact entre le postclypeus et la *Lam. Mandib.* constitue la suture clypéale.

Les *jugae* sont limités antérieurement par une petite crête qui va s'accoler à l'anneau situé à la base des antennes ; cette crête ou suture gênale *Sg* représente la ligne de jonction entre les *Laminae mandibulares* et les *Laminae maxillares LaMx*. Ces dernières sont de larges plaques, bombées dans leur région médiane, et supportant du côté axial une languette saillante appelée *processus maxillaris* ou *buccula Buc* (fig. 14). La *buccula* limite les mouvements transversaux du rostre et assure sa protection.

Les yeux composés sont hémisphériques et de teinte noir-rougeâtre ; les ocelles sont rouges et sont placés sur deux petits mamelons situés un peu en arrière des yeux.

La portion de la tête qui pénètre dans le prothorax est légèrement concave ; toute sa surface, à l'exception de cette portion articulaire, présente de nombreuses petites alvéoles disséminées irrégulièrement.

Pièces buccales et tentorium

Le labre prend appui sur l'anteclypeus, pièce moins épaisse que le postclypeus ; il a la forme d'un long tube annelé à l'avant et s'incurve dans la région médiane postérieure (fig. 13). C'est dans le sillon ainsi formé que viennent se loger les mandibules et les maxilles ; le sillon, large et peu profond dans le labre, se rétrécit dans le clypeus. A l'avant du postclypeus, il ne présente plus qu'un étroit passage où les stylets ne peuvent se mouvoir que dans le sens longitudinal; à cet endroit, les parois latérales du canal sont épaissies mais la surface supérieure reste très mince. Le canal est largement ouvert sur la face ventrale.

Sous le labre se trouve le premier article du labium, pièce très large, présentant en avant et latéralement deux surélévations jaunâtres qui se terminent par un léger renflement à la face inférieure. Le labium se loge en partie dans la cavité ménagée à l'avant de la capsule crânienne ; il s'articule avec celle-ci par l'intermédiaire d'une bandelette chitinisée présentant de petites protubérances transversales ; cette bandelette est soudée à l'épaississement transverse placé sous le clypeus ; le labium possède de cette manière une grande mobilité. Une large dépression est ménagée à l'avant pour recevoir les stylets buccaux. Quand l'animal applique le labre sur le labium il forme un canal où se meuvent les stylets.

Les mouvements latéraux du labium sont limités par la dépression antérieure de la tête complétée par les deux *processus maxillaris*, minces saillies de couleur jaune pâle qui s'évasent et disparaissent au niveau de la portion antérieure du labre. Les stylets pénètrent dans une concavité ménagée tout à fait en avant du 2e article ; la lumière de cette cavité se rétrécit progressivement pour se fermer à l'apex de l'article. Dès lors, les mandibules et les maxilles sont

enserrés dans un étroit canal. Le 3e article du labium s'élargit dans sa moitié inférieure, puis se rétrécit brusquement pour s'attacher à l'article terminal. Ces deux derniers articles ont encore un sillon à leur face supérieure ; ce dernier, bien visible sur le 3e article, devient difficilement perceptible sur le 4e. Le labium a une coloration noir-brillant et possède quelques soies blanches disséminées sur toute sa surface. Il existe en outre à l'apex du rostre de nombreuses soies qui ont un rôle essentiellement tactile.

A ma connaissance, à l'exception du travail de BUGNION et POPOFF (1911), l'endosquelette, la disposition des stylets et du pharynx dans la tête des Hétéroptères n'ont pas été l'objet de recherches détaillées ; les auteurs se sont principalement attachés à étudier le pharynx dans ses rapports avec la pompe salivaire sans chercher à préciser la disposition des stylets à l'intérieur de la capsule crânienne et le mécanisme détaillé de leur mouvement.

La majeure partie de la face ventrale de la tête est occupée par le *tentorium* (fig. 15) formé de deux grandes lames souples dont l'axe général est à peu près parallèle à la face ventrale de la tête. Ces lames s'attachent en deux régions de la surface interne de la capsule crânienne par d'étroites petites bandelettes qui s'épanouissent sur celle-ci ; il existe en outre, en haut et en bas, de petites apophyses qui semblent avoir pour rôle de limiter les mouvements de flexion imprimés par les muscles à cette lame.

Dans la région antérieure, les deux lames se réunissent en une plaquette médiane renforcée par endroits ; il existe notamment une petite protubérance axiale, bâtonnet dont le rôle sera étudié plus loin. Toute cette région, épaissie, rigide, se replie sur elle-même à son apex ; elle forme le plafond de la cavité où se loge le labium. C'est au sommet de cette bande que se soude la languette porteuse du premier article du labium ; la lame se continue au-dessous de cette aire en s'élargissant et en s'amincissant. A la partie postérieure, le tentorium présente des épaississements, dont un de grande taille, qui assurent une certaine rigidité à cet ensemble. Une petite côte double la crête antérieure de la lame jusque sous le clypeus.

A la région inférieure du tentorium, et attaché à lui par de minces fibres, se trouve le levier maxillaire *LMx*, sclérite puissant en forme de baguette recourbée suivant un angle d'environ 110 G ; le bras libre du levier présente à son apex une couronne membraneuse à bordure épaissie qui le relie à l'extrémité du maxille. Par le jeu de muscles le levier pivote autour de son sommet et provoque le retrait ou la sortie des maxilles.

Les mandibules sont reliées à un levier mandibulaire (*LMd*, fig. 15) pièce irrégulièrement quadrangulaire fixée à la face interne de la capsule céphalique et à la hauteur des tubercules antennaires par deux ligaments assez rapprochés et dirigés en sens contraire. Une extrémité du levier, légèrement recourbée en crochet, reçoit la base de la mandibule qui est faiblement tordue à cet endroit. Le quatrième ligament réunit le levier mandibulaire au muscle adducteur de la mandibule. Le levier mandibulaire pivote autour de ses deux points d'attache

grâce à l'action de ce muscle et communique à la mandibule un mouvement d'avance ou de recul.

Les mandibules et les maxilles sont de longues et minces baguettes semi-rigides dont un bout est élargi et l'autre plus ou moins effilé ; le maxille est plus long que la mandibule ; il est également adapté à fournir des efforts plus considérables.

Les deux maxilles ne sont pas identiques, le maxille droit a un apex effilé

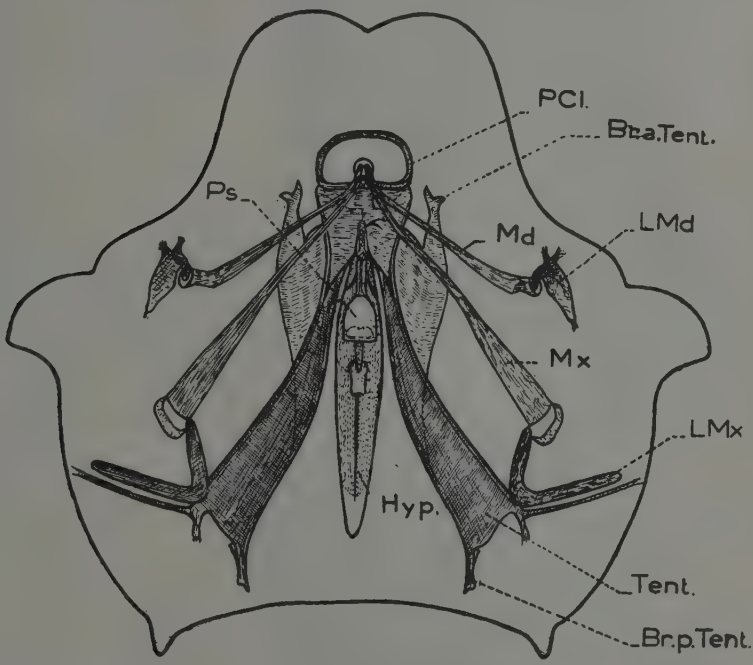


FIG. 15. — Vue dorsale du tentorium et des stylets. *Br. a. Tent* : Bras antérieur du Tentorium. *Br. p. Tent* : Bras postérieur du Tentorium. *Hyp* : Hypopharynx. *LMd* : Levier mandibulaire. *LMx* : Levier maxillaire. *Md* : Mandibule. *Mx* : Maxille. *Ps* : Pompe salivaire. *Tent* : Tentorium.

présentant deux épaulements inégaux, l'un complètement lisse et mince, l'autre droit sur une faible longueur puis porteur d'une série de denticulations carrées de taille décroissante (fig. 16). Les maxilles sont étroitement appliqués l'un contre l'autre et présentent entre eux une certaine adhérence même après immersion dans une solution chaude de potasse caustique.

Les mandibules ont une embase articulaire moins large que celle des maxilles ; à cet endroit le stylet se recourbe brusquement vers l'extérieur et s'amincit en formant un crochet. L'autre extrémité est d'une forme assez compliquée ; l'apex est mince et bosselé axialement et muni de larges dents sur un côté ; il existe de l'autre côté une série de lames parallèles de grandeur décrois-

sante (fig. 17). Ces denticulations permettent aux mandibules de s'accrocher et de se maintenir sur les tissus de la plante, et aussi d'agrandir la petite ouverture pratiquée dans les tissus végétaux par les stylets, ce qui facilite la pénétration des maxilles dans le parenchyme foliaire.

Antennes. — Les antennes prennent naissance dans une profonde cuvette délimitée par une crête de hauteur très irrégulière ; elle est fortement crénelée à

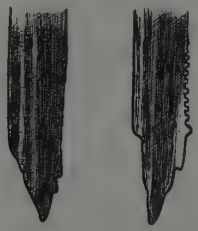


FIG. 16. — Apex des maxilles gauche et droit.

l'avant et légèrement sur la face arrière. Cette saillie est généralement de couleur noire, sauf du côté extérieur où elle a une teinte orangée avec un petit liseré noir ; c'est cette portion orangée qui protège le premier article en position normale. Il est des individus chez lesquels la partie orangée est remplacée par une coloration noire.

L'antenne est assez longue, noir-brillant, et revêtue de courtes soies raides

FIG. 17. — Apex d'une mandibule.

et blanches. Le 1er article, court et massif, présente à sa partie inférieure une surface d'articulation assez large ; il est assez étroit et allongé, à section vaguement polygonale. Le 2^{e} article est arrondi et de diamètre inégal sur toute sa longueur. Le 3^{e} article est légèrement plus court que le précédent mais il est plus épais, surtout à son apex. Le 4^{e} article a la forme d'un fuseau très allongé ; il constitue généralement l'article le plus long et s'articule au 3^{e} article par une base très étroite. Le 5^{e} article est court et faiblement renflé.

J'ai noté très souvent des variations antennaires de plus ou moins grande amplitude, tant dans les dimensions respectives des différents articles que dans

leur forme et même dans leur nombre (fig. 18). J'ai constaté des phénomènes semblables chez d'autres Hémiptères et en particulier chez un Aphide (*Rhopalosiphum prunifoliae* Fitch) (1945). L'étude de ces variations ne présente pas un grand intérêt, mais elle permet cependant de dire que les Insectes n'ont pas une morphologie rigoureusement fixe ; la morphologie des espèces varie dans

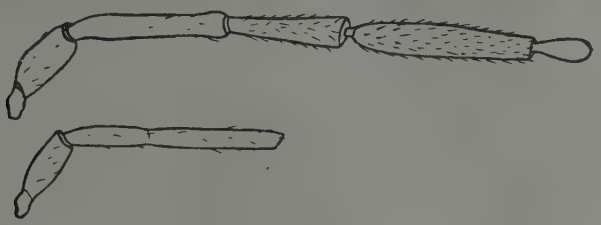


Fig. 18. — Antennes anormales de femelles. *En haut* : 5e article atrophié. *En bas* : soudure des articles II et III.

d'assez grandes proportions et il est inutile de compliquer la systématique par la création de nouvelles espèces ou de variétés qui sont, dans la majorité des cas, des types extrêmes des variations d'une même espèce.

2. — **Le Thorax et ses appendices.** — Le thorax des Hétéroptères peut être divisé en deux parties ayant des fonctions différentes et qui ne possèdent entre

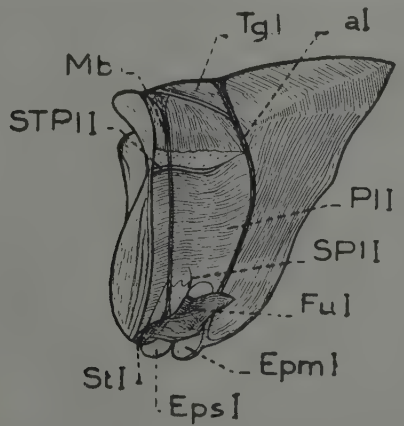


Fig. 19. — Prothorax de femelle. *a1* : côte interne. *Epm1* : Épimère 1. *Eps 1* : Épisterne 1. *Fu1* ; furca 1. *Me* : Membrane cervicale. *Pl1* ; Pleurite 1. *SPl 1* : Suture pleurale 1. *St1* : Sternite 1. *STPl1* : Suture tergo-pleurale 1. *Tg 1* : Tergite 1.

elles que des rapports des plus réduits : le prothorax et le ptérothorax qui comprend le mésothorax et une partie du 1er segment abdominal.

a) *Prothorax.* — Le prothorax a une forme trapézoïdale ; il présente à la partie antérieure une surface concave à l'intérieur de laquelle s'insère la tête jusqu'à la hauteur des yeux ; cette dernière est reliée au prothorax par l'intermédiaire de la *membrane cervicale Mb* (fig. 19) qui s'insère, d'une part sur toute

la surface interne du segment, et d'autre part sur la portion postérieure de la tête. Cette membrane permet à la tête d'exécuter des mouvements longitudinaux. En période de sommeil ou en cas de danger, l'animal rétracte la tête dans son logement et ne présente plus à l'extérieur que des parties fortement chitinisées. Les yeux sont protégés en partie par le repli placé à l'avant du premier segment thoracique. Le côté postérieur est droit sur une partie de sa longueur puis se relève légèrement sur les côtés ; les portions latérales sont très légèrement arrondies ou faiblement déprimées au milieu de leur longueur.

La surface supérieure est irrégulière ; elle est souvent creusée d'une petite fossette transversale située à mi-longueur ; parfois elle offre en avant de cette dernière une étroite crête en forme d'accent circonflexe. Toute cette région est généralement bicolore ; elle est noir-brillant au centre et elle est bordée de jaune ou de rouge ; la courte bande axiale jaune recouvre une légère protubérance. Enfin, sur le pourtour antérieur et latéral du pronotum court un mince repli.

Les pleurites sont intimement soudés au tergite et au sternite ; cependant, la ligne de soudure du tergite et des pleurites se manifeste intérieurement par la présence d'une petite crête *STPl 1*, ce qui semble montrer que cette soudure s'est faite à une époque relativement récente. Le squelette du prothorax forme donc un ensemble très rigide et résistant qui protège efficacement la tête et l'articulation des ailes antérieures.

Les pleurites ne sont bien visibles et nettement séparés qu'au niveau des hanches où l'on observe un épimère *EpmI* et un épisterne *Eps I* sensiblement égaux ; la suture pleurale *SPl 1* se termine par un petit renflement. Il est à remarquer que de la première paire de pattes à la troisième, la fente pleurale s'oriente de plus en plus vers l'arrière.

Entre les épimères se trouve une dépression limitée en avant par le *sternum* I (*basisternum* d'après Crampton (1921), *sternellum* d'après Snodgrass (1927)). Je ne pense pas qu'il soit utile de compliquer la nomenclature en adoptant le terme de *basisternum* ; par ailleurs, l'emplacement du sclérite ne justifie pas l'appellation de *sternellum*. Le *sternum* porte une *furca* formée de deux branches aplaties, très écartées l'une de l'autre et dirigées à peu près parallèlement vers l'arrière. Ainsi que le fait remarquer Malouf (1933), ce type de *furca* à branches isolées s'observe généralement chez des ordres d'origine ancienne (Orthoptères, Odonates).

Le tergite proprement dit est plus réduit qu'on ne le suppose à première vue ; il n'est représenté en fait que par la petite zone limitée postérieurement par l'arête interne ; celle-ci est l'aboutissement d'un repli interne de grande surface bien visible de l'extérieur. Chez les Hétéroptères, tergite et pleurite se continuent par une expansion de grande étendue qui va recouvrir une partie du mésothorax ; la portion latéro-ventrale protège le stigmate mésothoracique. A la partie inférieure, l'arête interne et le prolongement pleural donnent naissance à une côte arrondie, qui va rejoindre la portion antérieure de l'épisternite I et le sternum ; l'ensemble forme un anneau qui enserre la hanche. Les deux an-

neaux sont reliés entre eux par une plaque résistante *Pc* qui assure une très grande rigidité à ce massif articulaire (fig. 20).

Il existe un stigmate d'assez faible dimension sur la bordure postérieure du segment.

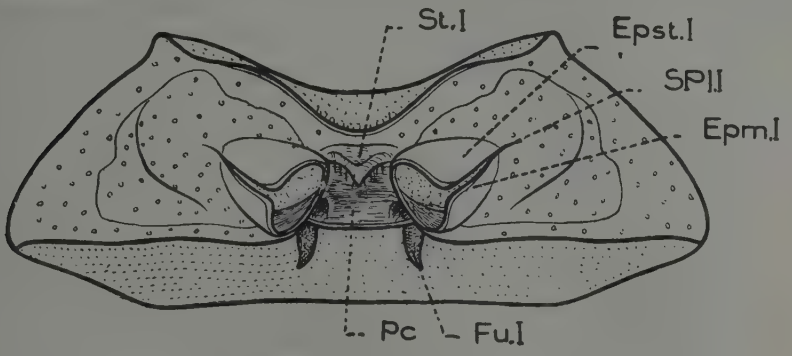


FIG. 20. — Prothorax de femelle. Vue ventrale. *Epm1* : Épimère 1. *Epst1* : Épisterne 1. *Fu1* : Furca 1. *Pc* Plaque sous-sternale. *SPI1* : Suture pleurale 1. *St1* : Sternite 1.

b) *Ptérothorax.* — Le prothorax est relié au ptérothorax par une membrane qui s'attache à l'avant de la *precosta*, court ensuite à la base du *prescutum* et enfin sur l'arête interne de la région sternopleurale. Cette membrane est appelée

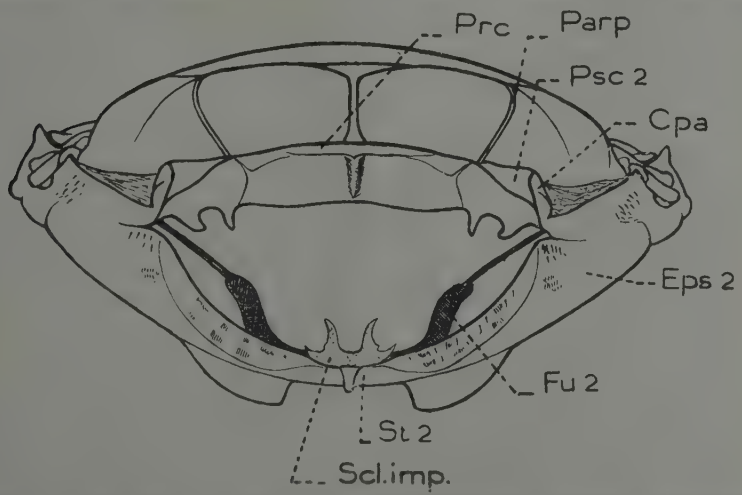


FIG. 21. — Vue antérieure du mésathorax. *Cpa* : Côte préalaire. *Eps2* : Épisterne 2. *Fu2* : Furca 2 *Parp* : Parapside. *Prc* : Precosta. *Psc2* : Prescutum 2. *Scl. imp.* : Sclérite impair. *St2* : Sternum.

à subir des efforts assez considérables ; aussi, et contrairement à ce qui a été observé pour la membrane cervicale, celle-ci présente un sclérite impair et une paire de sclérites latéraux. Le premier (*Scl. imp*). a une embase assez large et

envoie deux prolongements pointus et inégaux ; cette pièce est très mince (fig. 21). Les sclérites pairs *Scl. p.* sont en position ventrale, entre le protergite et le mésotergite ; la portion élargie est dirigée vers l'intérieur et se trouve à peu près sur la ligne des hanches (fig. 22 et 23). Ces dernières comprennent une tige à section rectangulaire soudée à une partie courbe présentant de légers ren-

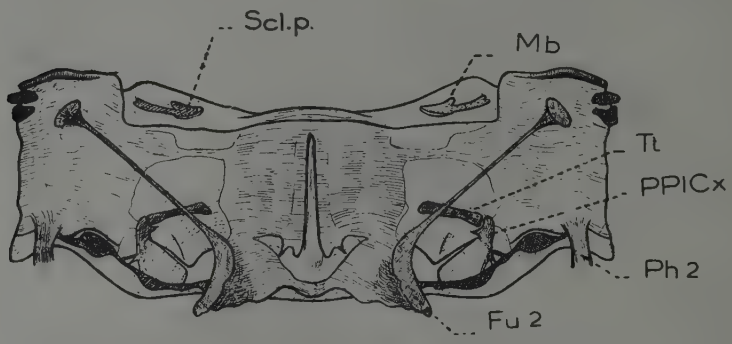


FIG. 22. — Vue dorsale de la région sterno-pleurale du mésothorax. *Fu 2* : Furca. *2 Mb* : Membrane. *Ph2* Phragma 2. *PPlCx* : processus pleuro-costal 2. *Sclp.* : Sclérite pair. *Tt* : Trochantin.

flements à son extrémité ; cette dernière partie s'épanouit en une fine lamelle qui englobe le tout.

Mésothorax : Le mésothorax est bien développé (fig. 26). Le scutum *Sc2* a une forme trapézoïdale et présente sur sa face dorsale deux renflements demi-circulaires limités par un sillon courbe (parapside) formé de deux rides peu mar-

FIG. 23. — Sclérite pair de la membrane pro-mésothoracique. A gauche, vue de face. A droite, vue de profil.

quées et par une légère dépression axiale. Toute cette région ainsi que les rides ont une surface lisse, de couleur noir-brillant. Je suis de l'avis de MALOUF qui désigne cette région sous le nom de *scutum* et non de *prescutum* comme l'indique BERLESE (1909) sur une figure représentant *Nezara viridula* ; il semble que l'on doive appeler *prescutum Psc2* la forte arête antérieure au *scutum* sur laquelle vient s'appliquer la face interne de la région antérieure du prothorax. Le *prescutum* est inexistant dans la région axiale. A cet endroit, le *scutum* est bordé

d'une *precosta Prc* formant un bourrelet élargi dans la région médiane et qui disparaît un peu avant la naissance du *prescutum 2*.

Les *prescutum* est relié à l'épisternum par un petit pont antérieur à la membrane alaire et que l'on appelle côte préalaire *Cpa* pour cette raison. Le *scutum* présente sur sa face latérale un ou deux légers sillons dont l'importance et la forme sont assez variables ; un sillon transverse beaucoup plus profond sépare le *scutum* du *scutellum*. Enfin sur l'arête latérale du *scutellum* se trouvent deux légers renflements : les *processus alaires* antérieur et postérieur ; le premier a la forme d'un petit cône, le second est très aplati et peu distinct. Le *scutellum* est vaguement triangulaire et son extrémité arrondie n'atteint pas le sixième segment abdominal.

Il n'existe pas ici une séparation très nette entre le tergite et le pleurite ; ceux-ci sont réunis par une épaisse membrane triangulaire. Les tergites sont soudés au sternum d'une manière aussi intime que chez le prothorax. L'épimère et l'épisterne ne se décèlent que dans la région coxale. L'épisterne est deux fois plus large que l'épimère ; l'un et l'autre sont formés par le tégument qui se replie sur lui-même, mais alors que pour l'épisterne, le feuillet réfléchi est soudé au tégument externe, chez l'épimère 2, la soudure ne se produit qu'en bordure de la fente coxale ; au-delà le feuillet réfléchi se sépare du tégument sur lequel il s'appuie par deux petits bâtonnets.

La suture pleurale est presque inexistante ; elle est englobée dans le processus pleuro-coxal. Sur la face interne des pleures, il existe deux petites côtes qui partent du processus pleuro-alaire et se dirigent vers la *precosta*. Dans la région médiane, il y a un étroit renflement, qui s'étend sur presque toute la largeur du sternite, au centre d'une large plaque, sombre et épaisse. A cette protubérance correspond un sillon interne qui se divise postérieurement en deux pointes recourbées et opposées.

La partie antérieure du sternite, rectiligne sur une grande partie de sa longueur, s'élargit brusquement sur les côtés ; sur le bord de ces parties avancées s'insère la membrane qui unit les régions scutale et pleurale. Le sternite est bordé postérieurement par un bourrelet qui se renfle fortement en son milieu pour se rétrécir ensuite et se souder à la région épaissie du squelette, non loin de la base du *phragma*.

L'endosquelette est remarquablement développé. Les *furca* issus de la plaque médio-sternale se dressent à l'intérieur de la cavité thoracique et affectent la forme d'un U à extrémités très élargies (fig. 22). Vues de dessus, ces branches paraissent légèrement incurvées ; elles se prolongent par un bâtonnet très grêle qui se renfle distalement en un cône circulaire servant de surface d'insertion à de courts muscles alaires.

Le *phragma* est très puissant ; il est soudé à l'arrière du *scutum* dans la région pleurale, puis s'épanouit en un arceau dirigé vers l'arrière (fig. 24 et 25). La partie supérieure de cette pièce se loge dans une impression interne du *scutellum 2*. Son arête postérieure est sur le même plan vertical que l'arête

postérieure du métathorax. Ce phragma se soude en de nombreux points au phragma métathoracique ; il est, en fait, logé presqu'en entier dans le troisième segment thoracique.

Le stigmate mésothoracique a la forme d'un triangle très allongé ; il est situé sur la membrane unissant le prothorax au mésothorax.

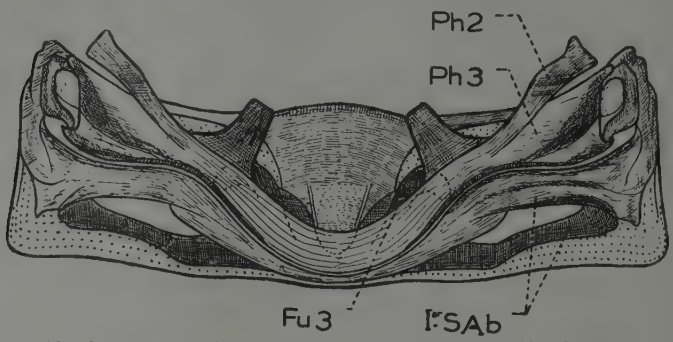


FIG. 24. — Métathorax, vue supérieure. *Fu3* : Furca 3. *Ph2* : Phragma 2. *Ph3* : Phragma 3. *1er. SAb* 1er segment abdominal.

Métathorax : Le métathorax est soudé au mésothorax d'une manière assez intime ; ces sutures se font au niveau des bourrelets tégumentaires présentés par les bords de ces deux segments.

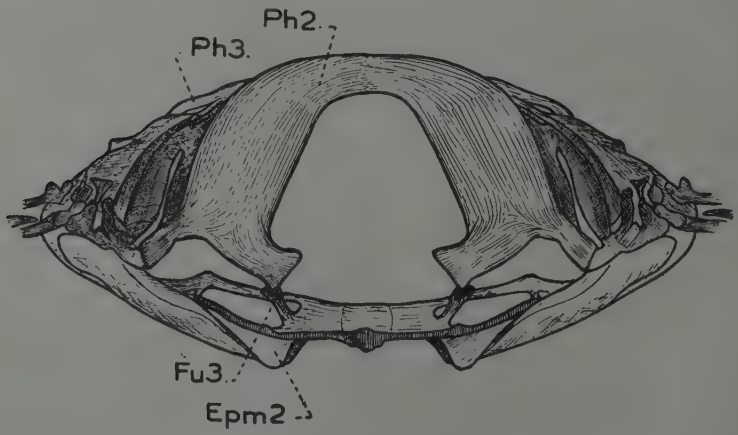


FIG. 25. — Métathorax, vue antérieure. *Epm2* : Épimère 2. *Fu3* : Furca 3. *Ph2* : Phragma 2. *Ph3* : Phragma 3.

Le *tergum* est protégé par le *scutellum 2* sur une grande partie de sa largeur ; de part et d'autre du *scutellum 2* se trouvent le *scutum 3* et le *scutellum 3* qui sont des pièces fortement chitinisées. Le *scutellum 3* est beaucoup plus développé

que le *scutum 3* ; celui-ci est réduit à une étroite bande visible seulement au niveau de l'articulation alaire.

L'*épisternum* occupe toute la face ventrale ; l'*épimère* est réduit à une mince baguette contournée qui se termine sous la hanche. L'*épisternum* et l'*épimère* forment le troisième processus coxal qui n'est visible que sur la surface interne du tégument.

La glande odorifère débouche au milieu de deux massifs de teinte rosée situés sur la partie antéro-ventrale du métothorax (fig. 27). Ces régions comprennent une partie centrale triangulaire et surélevée à surface faiblement granuleuse ; du côté externe se trouve une grande surface lisse, rougeâtre, coupée transversalement par un fossé à pente raide *PE* qui est destiné à conduire rapidement le liquide expulsé loin de son point d'émission afin d'en assurer un large étalement ; cette dispersion de la sécrétion se fait aussi sur une petite aire placée sous la zone unie. La surface d'évaporation est augmentée par la présence de petits bourrelets longitudinaux et d'une texture granuleuse *PE*.

Le troisième *phragma* thoracique, *Ph3*, débute par une très large embase qui se termine par deux petits prolongements latéraux ; ces processus sont fixés à la membrane d'articulation alaire, le bec avant étant à la hauteur de la partie postérieure de la *tegula* et le bec arrière légèrement au-dessous de la pointe de l'*axillaire 3*. Contrairement à ce que l'on observe chez le *phragma* mésothoracique, celui-ci n'est pas fixé au pleurite ; il possède donc une certaine souplesse. Ce *phragma* se soude sur la majeure partie de sa longueur au *phragma* du mésothorax et forme avec celui-ci un arceau très solide et légèrement élastique.

Premier segment abdominal. — A cette pièce, résultant de l'union des premier et deuxième *phragma* vient s'épauler la *precosta* du premier segment abdominal. Cette partie fait corps avec le métasternum, suit les pleurites sur lesquels elle est attachée et atteint enfin la région tergale qu'elle épouse complètement en s'appuyant sur le *phragma 3* puis sur l'ensemble des *phragma 2* et *3*. Toute la région supérieure de ces trois pièces vient s'appliquer contre le bourrelet ménagé à la face inférieure du *scutellum 2*. Une membrane obture la partie postérieure du premier segment abdominal ; elle sépare celui-ci des autres segments abdominaux. Le tergite est complètement séparé du sternite correspondant et il fait partie intégrante de l'abdomen.

On observe le troisième stigmate thoracique sur la partie postérieure du segment.

Appendices du Thorax

Les ailes : *Aile antérieure* : (fig. 26 et 28) les hémélytres ont une forme triangulaire ; ils se divisent en trois parties : le *corium*, le *clavus* et la membrane ; les deux premiers sont fortement chitinisés et de couleur jaune rosé à rouge très foncé avec une grande tache noire à contours irréguliers et deux

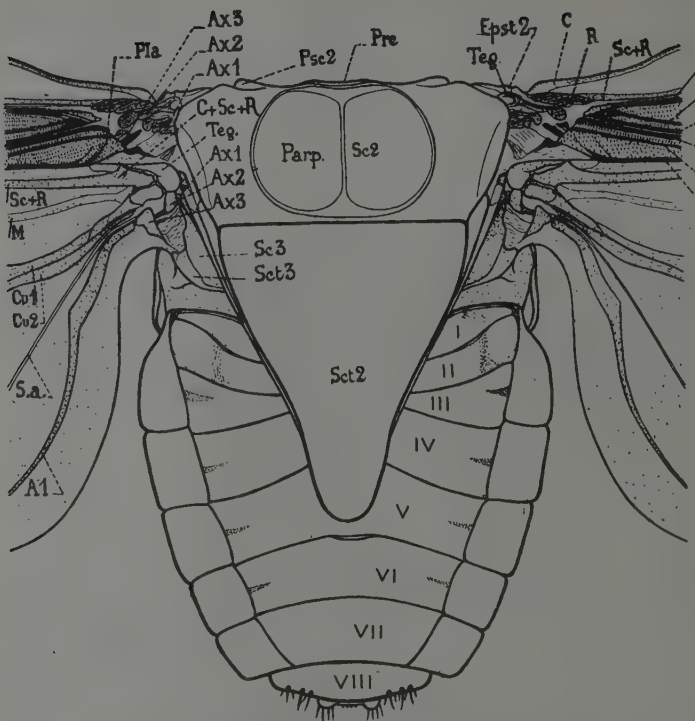


FIG. 26. — Mésothorax, Métathorax et Abdomen de femelle. Vue dorsale. *A1, A2, A3* : Anales 1, 2, 3. *Ax1, Ax2, Ax3* : Axillaires 1, 2, 3. *C* : Costale. *Cu1, Cu2* : Cubitales 1 et 2. *Epst 2* : Épisterne 2. *M* : Nervure médiane. *Parp* : parapside. *Pla* : Plaque anale alaire. *Pre* : Precosta *Psc 2* : Prescutum 2. *Sa* : Sillon anal. *Sc3* : Scutum 3. *Sct2, Sct3* : Scutellum 2 et scutellum 3. *Teg.* : Tegula.

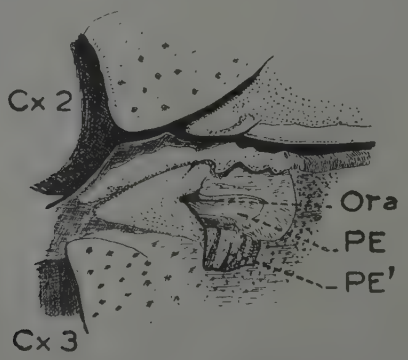


FIG. 27. — Orifice de la glande odorifère droite d'une femelle. *Cx2, Cx3* : Coxa 2 et coxa 3. *Ora*: Orifice de la glande. *PE, PE'* : surfaces d'évaporation.

plus petites. Toute la surface est parsemée de petites alvéoles incolores ou gris très pâle. Dans les cas où la coloration générale de l'hémélytre est rose pâle, la couleur fondamentale est d'un jaune blanchâtre ; il existe de petites traînées rougeâtres reliant deux ou plusieurs alvéoles : l'ensemble contribue à donner la teinte rosée. Il n'y a donc pas en fait dans ce cas une décoloration généralisée mais une véritable mosaïque de jaune pâle et de rouge.

La chitinisation du *corium* et du *clavus* est très poussée ; elle englobe les nervures de l'aile et les rend difficilement visibles. La partie antérieure du *co-*

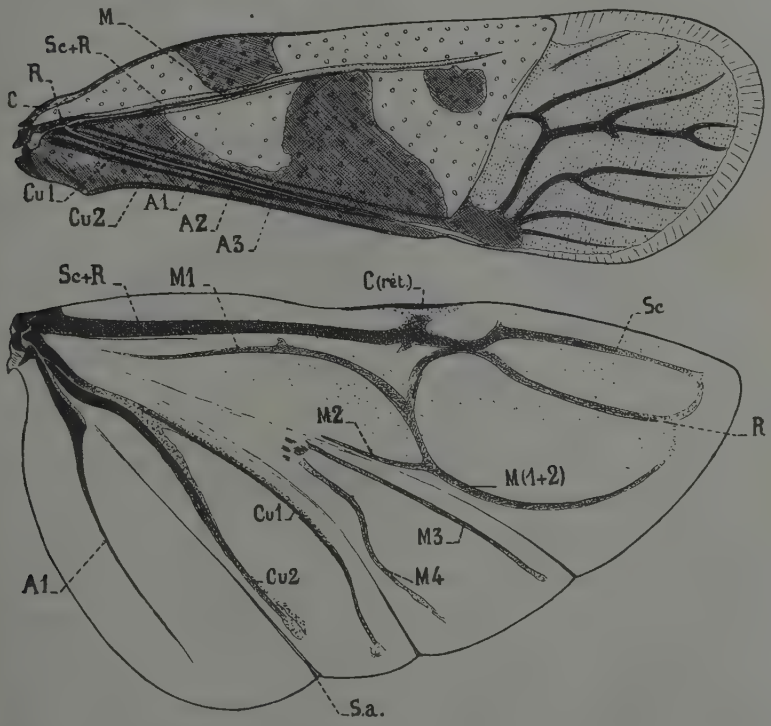


FIG. 28. — Ailes antérieure et postérieure de la femelle. *A1, A2, A3* : Anales 1, 2, 3. *C* : Costale. *Cu1 Cu2* : Cubitales 1 et 2. *M1, M2, M3, Mü* : Médiane 1, 2, 3, 4. *R* : Radiale. *Sa* : Sillon anale. *Sc* : Sous-costale.

rium se prolonge vers la face ventrale en un épais et puissant repli s'étendant sur la moitié proximale de sa longueur ; de même, l'*axillaire 3* émet une protubérance ventrale de beaucoup plus faible amplitude. SERVADEI (1935) ne signale que 3 nervures dans cette région : une costa-radiale, une cubitale et une anale ; j'en ai observé un plus grand nombre mais certaines ne forment plus que de légères surélévations par rapport à la surface de l'aile et ne deviennent visibles que par un éclairage oblique de la préparation. MALOUF (1933) a décrit la ner-

vation de *Nezara viridula* ; celle d'*Eurydema ventralis*, espèce assez peu éloignée du genre *Nezara*, présente cependant des modifications sensibles attribuables à un épaississement de l'hémélytre aux dépens de sa souplesse. Dès lors, les pièces qui participent aux mouvements alaires sont devenues plus distinctes et se sont isolées les unes des autres. Les nervures qui aboutissent à cette portion ont évolué parallèlement. On note une *costale* assez peu visible, sauf au voisinage du thorax. La *radiale* prend une forme très spéciale ; elle se divise en deux parties : une partie distale qui se soude à la *sous-costale* et forme la nervure proprement dite et une partie proximale réduite, épaissie, noire, présentant 3 lobes en escalier (fig. 29).

En période de vol, cet organe pivote sur sa grande base et devient vertical ; au repos, il s'applique d'une part sur l'extrémité du *clavus* et d'autre part sur

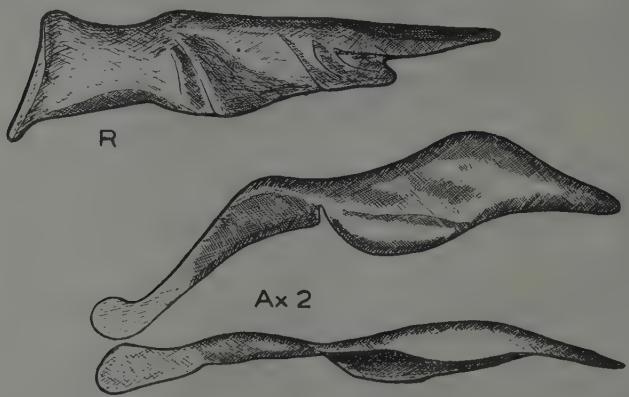


FIG. 29. — Aile antérieure droite *Ax2* : Axillaire 2 vue supérieure et de profil. *R* : radiale.

une autre petite pièce chitinisée ayant la forme d'un triangle très allongé ; il semble qu'il s'agisse ici de la portion proximale de la médiane qui s'est isolée de la masse de la nervure.

La deuxième partie borde la partie inférieure de la membrane articulaire *ma* (chez *Nezara*, la *R* et la *M*, faiblement chitinisées forment deux masses qui s'appliquent l'une sur l'autre et qui ne se déplacent pour ainsi dire pas au cours du vol).

Les cubitales *Cu1* et *Cu2* forment deux traînées en relief parallèles à la membrane qui unit le *corium* au *clavus* ; la *Cu1* s'étend sur toute la longueur de l'aile et va rejoindre la membrane, la *Cu2* est un peu plus courte.

Le *clavus* présente 3 veines anales très peu distinctes : *A1* et *A2* sont sensiblement parallèles ; *A3* constitue la bordure inférieure de l'aile.

Articulation de l'aile antérieure au thorax (fig. 26, 28, 30) : l'aile antérieure est reliée au thorax par une puissante membrane sur laquelle sont fixés de petits sclérites. L'extrémité proximale de la *radiale* s'applique sur l'*épisternum 2*

par une embase légèrement élargie et s'articule de l'autre côté par une portion effilée avec la *Sc-R*. L'*axillaire 2*, située immédiatement en dessous, est une lame divisée en 2 parties par un léger étranglement ; la moitié opposée au thorax s'élargit en une gouttière qui se rétrécit ensuite en un bec pouvant pivoter dans un logement ménagé à l'extrémité de *Ax3* ; l'autre moitié se coude suivant un angle de 150 à 160 G et se termine en une mince lamelle qui vient s'appliquer sur l'*épisternum 2*. L'*axillaire 2* supporte du côté axial la *tégula*, forte pièce à surface irrégulière, attachée au *sternum* du mésothorax par un puissant ligament élastique.

L'*axillaire 1* atteint une taille supérieure à celle que l'on observe généralement chez les espèces voisines. Il est assez long, épaissi, et se termine par un renflement ayant la forme d'une tête articulaire. Des axillaires, l'*axillaire 3* est celui qui a la structure la plus compliquée ; il comprend, appliqué sur la

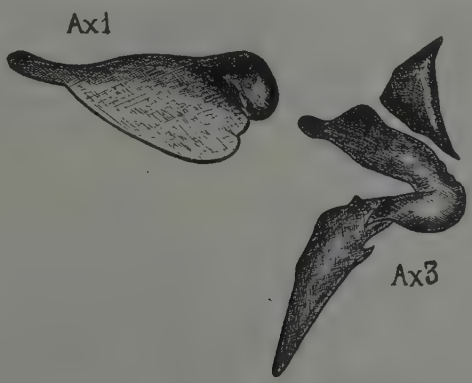


FIG. 30. — Aile antérieure droite *Ax1*, *Ax3* : Axillaires 1 et 3.

membrane articulaire, une pièce triangulaire allongée se tordant sur elle-même puis se soudant à angle droit à sa partie supérieure. A ce niveau, une lame plus mince paraissant secondairement soudée au sclérite principal (1) s'enroule en formant un angle de 200 G environ puis se dirige vers l'axe de l'animal ; elle constitue dès lors une pièce de forme tourmentée et oblique au sclérite basal. Un petit sclérite est placé tout à côté ; il semble avoir pour rôle de doubler la seconde partie de l'*axillaire 3* et de la soutenir. L'*Ax 3* joue un rôle important au cours du vol ; c'est sur lui que s'insèrent les muscles assurant la flexion de l'aile. Une partie de l'*Ax 3* est recouverte et protégée par le bec que forme le *clavus* à cet endroit.

Il existe enfin une pièce, peu visible à la partie supérieure, mais facilement perceptible à la face inférieure ; ce sclérite, situé à l'extrémité du prolongement antérieur de la *Sc. 2* a reçu des noms variés : *hinteres tergales*, *Flugelgelenk* de WEBER, postérior notal wing process de SNODGRASS, *processus scutellaris tertius*

(1) On observe cette soudure à angle droit chez les *Belostomidae* (SNODGRASS, 1909), *Cicada* et chez *Nezara viridula* (MALOUF, 1933).

alae de MALOUF ; elle se continue à la face inférieure en une mince lame sur laquelle s'insèrent les muscles des ailes antérieures.

Membrane : La membrane présente une bordure très pâle à surface légèrement gaufrée. La zone centrale de teinte noire-chagrinée comprend un réseau de nervures très ramifiées. La disposition de ces nervures varie dans d'assez grandes limites (fig. 28).

Cette variabilité de la nervation n'est pas une chose rare chez les Hémiptères ; elle a été étudiée par ANCONA chez un Hétéroptère : *Euschitus zopilotensis* Distant. Elle s'observe aussi chez les Homoptères ; GAUMONT l'a signalée chez un Aphide : *Macrosiphoniella sanborni* élevé dans des conditions anormales : j'ai fréquemment trouvé de semblables malformations chez les virginipares et les sexupares de *Rhopalosiphum prunifoliae* FITCH (1945).

Rétinacle : Au cours du vol, l'hémélytre et l'aile postérieure sont rendus solidaires par un rétinacle ; cet appareil est placé à la face inférieure de l'apex de *A2*. Il est constitué par une étroite languette de couleur gris-perle qui va s'encastrer dans un long sillon placé à la partie antérieure et dorsale de l'aile arrière et formé par un épaississement local de la *costale* ; cette portion est maintenue en place par de très petites soies jaune pâle placées sur *A2* et situées légèrement en avant de la languette.

Aile postérieure : l'aile postérieure est de teinte gris pâle avec des nervures marron foncé à noir-brillant. Complètement déployée, elle présente une bordure antérieure assez rectiligne se continuant vers l'arrière par une large courbe qui finit par revenir brusquement vers l'articulation. Au repos, le lobe anal de l'aile se plie au niveau du sillon anal vers la partie inférieure ; l'aile ainsi repliée glisse sur la *Sc2*, son apex venant se placer sur l'axe de l'animal et toute la portion moyenne allant déborder sur l'autre moitié ; les ailes postérieures se superposent dans un ordre quelconque.

La nervation de l'aile est assez complète : la costale est très régressée et ne forme plus qu'un court sillon constituant le rétinacle ; elle se soude vers son milieu avec la *Sc* + *R* (fig. 28). La *Sc* + *R* constitue une veine très forte qui se divise à son tiers distal en deux veines : la *Sc* et la *R* qui se rejoignent à nouveau un peu plus loin. La *M* est peu accusée ; elle débute, soit au niveau de l'articulation, soit au-delà et affecte un tracé sinueux. Conformément aux vues de HOKE (1926) on peut considérer que la *M* s'est divisée en deux branches qui se bifurquent une fois ; le rameau principal aurait complètement disparu : *M1* est la portion la mieux conservée ; elle va se fusionner avec *M2* dont il ne persiste plus que la portion apicale. Enfin le rameau *M3* + *M4* a également disparu, mais *M3* et *M4* sont bien visibles et apparaissent à peu de distance de ce qui fut leur point de réunion ainsi que semblent le démontrer les petits épaississements qui persistent un peu en avant d'eux. Les *cubitales* sont accusées surtout *Cu2* qui se sépare très tôt de *Cu1*. Il existe également une *anale A1*. L'aile postérieure présente 3 sillons ; les deux premiers servent peu, mais c'est au niveau du troisième ou *sillon* anal *Sa* (COMSTOCK) que se plie tout le lobe anal.

Articulation de l'aile au thorax (fig. 31). — L'aile postérieure s'articule au métathorax par plusieurs sclérites. En avant de l'aile se trouve la *tegula Teg* pièce très résistante, courbe, s'amincissant progressivement vers l'extérieur et se terminant sur le bord de l'aile. Le talon de la *Sc* + *R* s'applique contre cette pièce ; la costale a disparu mais l'on peut considérer le petit apodème supérieur comme en représentant le dernier vestige.

L'*axillaire 1* est très petit ; il est attaché par de petits ligaments, d'une part au tergite du métathorax et d'autre part à l'*axillaire 2* ; les 3 pièces sont réunies d'une manière assez souple. L'*axillaire 2* est allongé ; l'*axillaire 3* est de beaucoup la pièce la plus importante ; il est massif et émet 2 lames ; l'une, assez mince, glisse sous l'*Ax2* avec lequel il s'articule, l'autre dirigée vers l'extrémité

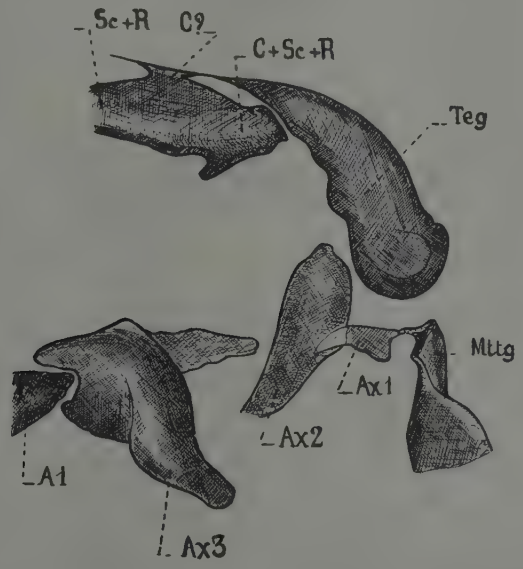


FIG. 31. — Aile postérieure gauche de la femelle. Vue dorsale. *A1* : Anale *Ax1*, *Ax2*, *Ax3* : Axillaires 1, 2, 3. *C* : Costale. *Mttg* : Métatergite. *R* : Radiale. *Sc* : Sous-costale. *Teg* : Tegula

postérieure est plus forte ; c'est sur elle que s'attachent les muscles assurant la flexion de l'aile. Du côté externe, l'*Ax3* reçoit la base de l'*anale* dans une cavité qui assure le maintien de la portion anale de l'aile durant le vol et le repli de cette partie au repos.

PATTES : *Patte antérieure* (fig. 32 et 33). — La patte antérieure est formée d'une hanche de courte taille qui forme du côté extérieur une forte apophyse ayant un rôle protecteur à l'emplacement de moindre résistance que constitue la suture pleurale ; elle sert également de surface d'insertion aux muscles coxaux. Dans la cavité ménagée sur la face interne de la hanche vient se loger le *trochantin*, petit sclérite court et épais, en forme de bâtonnet. Les hanches

portent quelques soies hyalines, courtes et fortes, dispersées sur leur surface interne inférieure.

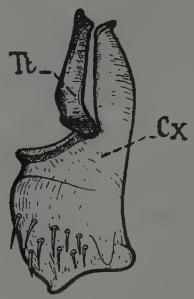


FIG. 32. — Hanche 2 de femelle. *Cx* : Hanche. *Tt* : Trochantin.

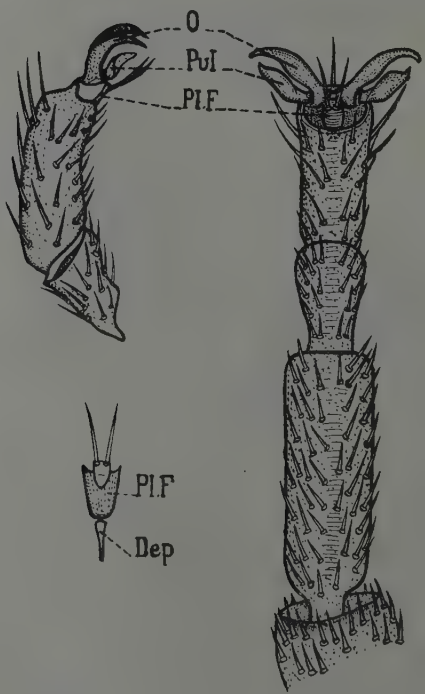


FIG. 33. — Tarse antérieur de femelle. *Dep* : Apex du muscle dépresseur. *O* : Ongle *Pl F* : plaque de flexion. *Pul* : Pulvillus.

Le *trochanter*, vaguement quadrangulaire à son origine, s'attache au fémur suivant une ligne très oblique à l'axe de ce dernier. Il est revêtu d'un très petit nombre de soies hyalines.

Le *fémur* est assez massif ; il est tout d'abord à section elliptique puis il s'arrondit vers le 1/3 proximal ; il est fortement échancré sur sa face interne au niveau de l'articulation fémoro-tibiale afin de permettre l'articulation du tibia. De nombreuses soies, courtes et raides, sont disposées sur les 2/3 distaux.

Le *tibia* a la même longueur que le fémur ; il est étroit et recourbé en direction de l'articulation fémoro-tibiale. Toute sa surface est recouverte de poils hyalins et fins sur les 2/3 proximaux, courts et raides sur la partie distale ; ces derniers sont particulièrement abondants à la face interne.

Le *tarse* est relativement long (environ les 2/3 du tibia) : il comprend trois articles de taille inégale ; le premier est le plus long et le plus fort ; il est relié au tibia par une large embase qui fait suite à un rétrécissement marqué. Le deuxième article est le plus court ; il est relié au premier par un prolongement très étroit qui permet au tarse de réaliser des mouvements de grande amplitude. Le troisième article, sensiblement cylindrique, se rétrécit brusquement à son apex et forme un anneau à l'intérieur duquel se meut le prétarse.

Le prétarse comprend deux ongles très allongés, légèrement recourbés, présentant deux renflements, un médian et un basal ; c'est par cette embase que les ongles s'articulent sur la petite saillie dorsale du troisième article tarsial. Les *pulvilli*, *Pul*, se rattachent par une étroite bandelette au léger étranglement basal des ongles ; ces *pulvilli* sont légèrement enroulés sur eux-mêmes et se terminent par un bec ; ils sont minces, sauf à leur extrémité. Il existe au-dessous des deux ongles une petite pièce allongée dite *plaque de flexion Plf* ; cette pièce est très mince et à contour assez variable ; elle est généralement cônique et porte sur sa grande base un petit prolongement sur lequel s'insèrent deux longues soies digitulaires ventrales qui doivent jouer un rôle sensoriel important. Le muscle dépresseur du prétarse aboutit à la base de la plaque où il présente un petit renflement *Dep* ; il émet deux branches : l'une, très courte, est soudée à la plaque de flexion, l'autre constitue un ligament élastique qui va s'attacher à la partie supérieure et interne du troisième article tarsial. La plaque de flexion étant réunie par une membrane au bec antérieur de la base des ongles transmet à ceux-ci les contractions qu'elle reçoit du muscle dépresseur du prétarse ; les ongles sont donc animés de mouvements synchrones : les *pulvilli* se meuvent d'une manière analogue ; la position de leur point d'attache sur les ongles traduit la traction de la membrane en avant par un mouvement de rotation de l'intérieur vers l'extérieur.

Patte moyenne : La patte moyenne est un peu plus longue que la patte antérieure ; la hanche est plus allongée. Les soies sont plus longues et plus abondantes que précédemment. Le fémur a une forme assez régulière et le tibia est légèrement plus long que le fémur.

Patte postérieure : La troisième paire de pattes est considérablement plus longue que les deux autres ; la hanche est courte et offre un prolongement latéral peu accusé. Le fémur se renfle progressivement vers l'extrémité distale, le tibia est nettement plus long que le fémur.

3. **Abdomen et pièces génitales.** — L'abdomen des Hémiptères a été étudié par un certain nombre d'auteurs et a donné lieu à des interprétations très diverses.

BERLESE mentionne 11 segments chez *Cicada*, *Nepa* et *Ranatra* : chez ces deux dernières espèces, le premier urotergite ainsi que les premier et deuxième urosternites sont atrophiés ; chez *Raphigaster griseus* F., BERLESE dénombre 10 urites chez le mâle et la femelle.

HEYMONS (1899) reconnaît 11 segments chez plusieurs Homoptères. De même, chez les Psyllides, CRAWFORD compte 11 segments dont les trois premiers sont supprimés ou très réduits.

Pour la plupart des Hétéroptères, on n'a reconnu qu'un nombre de segments inférieur à 11. TOWER (1913) indique 9 segments chez le mâle *d'Anasa*, et 10 chez la femelle. SERVADEI (1935) trouve 10 segments chez la femelle *d'E. ventralis*, et 10 chez le mâle. F., RIBAUT (1923) dénombre 10 urites chez le mâle de *Raphigaster griseus*.

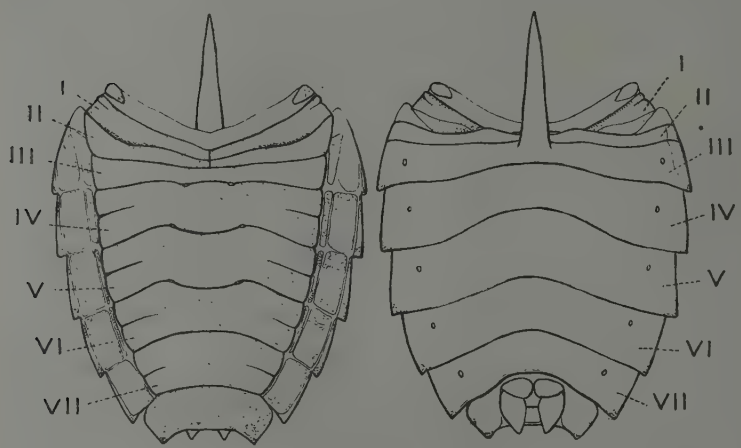


FIG. 34. — *Raphigaster griseus* Femelle. Abdomen. Vues dorsale et ventrale.

D'après HEM SINGH PRUTHI (1925), les Hétéroptères ont 10 segments ; les Homoptères possèdent en outre plusieurs sclérites qui doivent être les restes du 11e segment.

VERHOEFF (1894), PEYTOUREAU (1895), POISSON (1923) dénombrent 10 segments chez les Hétéroptères aquatiques mâles et femelles.

DESPAX (1922) mentionne 11 segments chez les mâles de *Notonecta maculata* F. et *Notonecta glauca* L. et de 10 chez les femelles.

Naucoris cimicoides L. présente à l'état larvaire comme à l'état adulte 11 segments d'après RAWAT (1938).

JEANNEL (1941) a signalé 9 urites chez les mâles des Hénicocéphalides, le

9e renfermant les pièces génitales et le bloc anal ; ce dernier est entouré par les restes des urites 10 et 11 ; le segment terminal des femelles est l'urite 9. Etudiant *Raphigaster griseus*, JEANNEL (1921) a montré qu'il existe 11 urites, le 11e étant le segment anal.

Le décompte est encore compliqué par le fait que quelques auteurs qualifient d'uromères, des pièces chitinisées qui ne sont que des sclérites ; c'est ainsi que BERLESE qualifie les styles de tergites 10 (RIBAUT).

L'abdomen d'*E. ventralis* est légèrement plus long que la tête et le thorax réunis, il est un peu plus long que large chez la femelle et aussi long que large

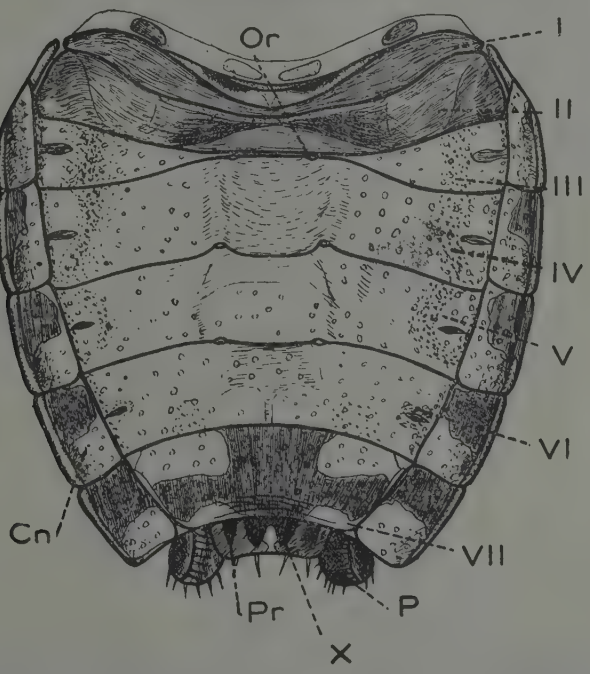


FIG. 35. — *E. ventralis* mâle. Abdomen. Vue dorsale. *Cn* : Connexivum. *Or* : Orifice des glandes odorifères nymphales. *P* : Parandria. *Pr* : Paramère.

chez le mâle. Il existe 7 urotergites bien visibles et seulement 6 urosternites ; il y a lieu d'ajouter à cela le complexe uro-génital.

La nomenclature des pièces génitales a été établie d'après les travaux de E. SNODGRASS (1933) ; cette terminologie a été récemment utilisée par C. DUPUIS (1951) pour l'étude systématique du genre *Eurydema*.

Mâle. — Le premier urotergite (fig. 35) est une étroite bande noir-brillant s'incurvant fortement dans sa partie médiane antérieure où sa largeur est des plus réduites. Ce tergite est soudé par toute sa surface postérieure au 2e urite ; il ne présente pas d'autre rapport avec les autres sclérites. Le 3e urite est éga-

lement noir-brillant et fortement sclérifié ; il est plus large que le précédent et affecte une forme rectangulaire.

Les autres urotergites sont beaucoup moins sclérifiés, ce qui leur confère une certaine souplesse ; ils sont d'une couleur fondamentale jaune ou rougeâtre et présentent des taches noires sur les côtés ; ces taches sont assez régulièrement disposées mais leur nombre et leur surface varient dans des limites importantes.

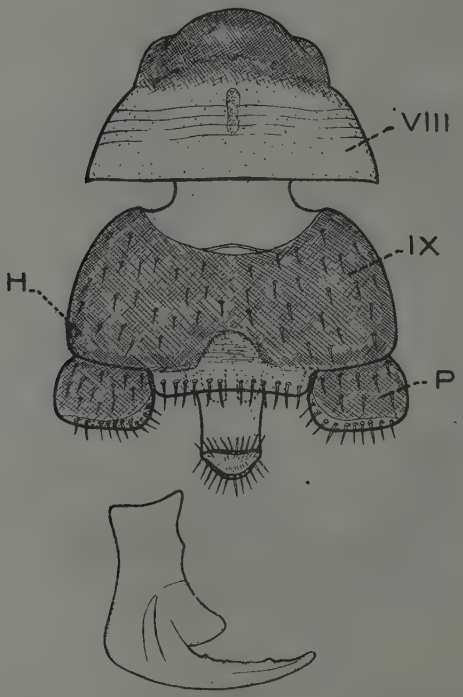


FIG. 36. — *E. ventralis* mâle. Appareil génital. Vue ventrale. *H* : Hypandrium. *P* : parandria. En bas : paramère.

A la limite des 3e et 4e urotergites, on observe deux orifices qui sont les vestiges des glandes odorifères nymphales ; il existe des orifices de plus petite taille et de même origine, entre les 4e et 5e urotergites ainsi qu'entre les 5e et 6e urotergites.

Les urotergites possèdent des paratergites dont l'ensemble constitue le connexivum ; le paratergite 3 présente une petite tache sombre, les quatre autres possèdent une large bande foncée.

Le 1er pleurosternite fait partie intégrante du métathorax, le 2e est élargi latéralement mais offre un rétrécissement marqué dans la région axiale ; il pré-

sente à cet endroit un épais bourrelet noir qui va se loger sous le métatergite. Chaque sternite présente un stigmate bordé d'un petit anneau surélevé.

C'est dans la description et l'énumération des urites postérieurs au 7e que les opinions divergent et qu'un certain nombre d'erreurs paraissent avoir été commises (fig. 36 et 37). Pour BERLESE, l'anneau sclérifié supportant les pièces génitales résulte de la fusion des segments 9 et 10, le 11e urite entourant la région anale. RIBAUT a signalé qu'il existait en outre un anneau sclérifié ouvert à sa partie supérieure et présentant une paire de stigmates qui doit être interprété comme étant le 9e urite. SERVADEI a reconnu la présence de cet urite chez *E. ventralis* qu'il qualifie de 8e urite ; HEM SING-PRUTHI le désigne aussi sous le nom de 8e urite.

Le mode de jonction existant entre le 7e urite et le 8e n'a pas été décrit

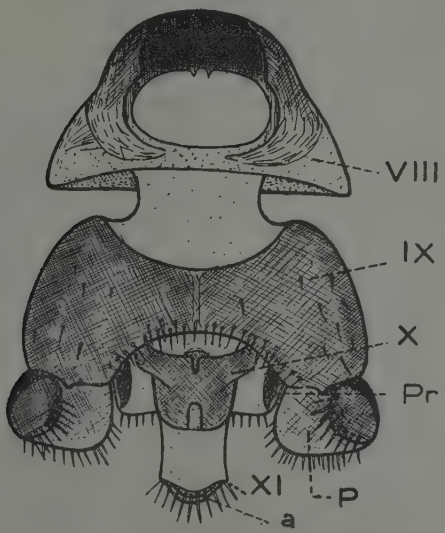


FIG. 37. — *E. ventralis* mâle. Vue dorsale. *a* : Anus. *P* : parandria. *Pr*: Paramère.

bien qu'il présente des caractères uniformes chez les Pentatomides et les Scutellérides. Si après traitement à la potasse caustique et éclaircissement au chloralphénol, on enlève la partie tergale de l'abdomen, on aperçoit une membrane fortement épaissie dans la région dorsale et postérieure (fig. 38). Sur la face ventrale, cette membrane adhère au 7e pleurosternite et présente un petit repli à sa partie antérieure ; elle se continue à l'intérieur en formant une sorte d'entonnoir dont les bords viennent se souder au 8e urite tel qu'il a été décrit par RIBAUT. Cette membrane maintient en place le 8e urite et permet dans une certaine mesure son déplacement d'avant en arrière ainsi que des mouvements latéraux.

Chez *Graphosoma italicum*, cette membrane est légèrement plus forte mais elle a la même forme générale.

Le 8e urite est invaginé dans l'abdomen, il est arrondi et s'épanouit sur la face ventrale en une large plaque ; du côté dorsal, il se rétrécit très fortement pour ne former dans la région axiale qu'une étroite bande très faiblement chitinisée ; il présente des stigmates rudimentaires.

Le 9e segment abdominal est attaché au 8e par une forte membrane qui s'insère, d'une part au sommet du 9e segment, et d'autre part, à l'intérieur du 8e ; ce 9e segment est presque sphérique, sa forme et sa forte chitinisation lui confèrent une grande solidité ; il est entièrement noir et porte quelques soies plus nombreuses sur la face ventrale que sur la face dorsale ; des soies de longueur moyenne sont régulièrement réparties sur les bordures postérieure, ventrale

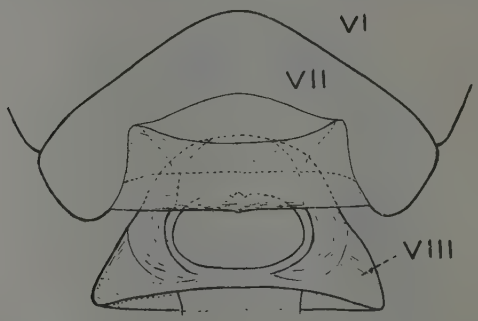


FIG. 38. — *E. ventralis* mâle. Vue dorsale, les urotergites étant enlevés.

et dorsale. Ce sclérite, largement ouvert aux deux extrémités, présente ventralement une bandelette peu chitinisée ; il est relié dorsalement à deux plaques rectangulaires, les *parandria* (CRAMPTON, 1922) ou valves génitales (fig. 36 et 37). Ces *parandria* présentent dorsalement un prolongement légèrement recourbé vers l'avant dont les bords sont revêtus de longues soies qui doivent avoir un rôle sensoriel. En période de repos, les valves s'appuient sur la surface postérieure du 9e segment où elles sont maintenues en place par une petite butée interne ; elles servent à maintenir la femelle durant l'accouplement.

Le 9e segment supporte une autre paire d'organe, les *styles* ou *paramères Pr.* destinés également à assurer le maintien de la femelle pendant le coït. Ce sont deux ongles étroits et sombres, légèrement denticulés sur leur bord interne et présentant une portion renflée dans la région médiane et du côté externe (fig. 36). Le sclérite se continue par une portion membraneuse qui s'insère sur la surface interne du 9e segment. En période de repos, les extrémités de ces *paramères* dépassent légèrement le bord postérieur du 7e segment et sont situées de part et d'autre du tube anal ou 10e urite (*Rectal-cauda* de SHARP).

Cette pièce anale est située au-dessus de l'*aedeagus* et assure sa protection.

Elle est en forme de gouttière et présente deux renflements latéraux à l'avant et deux fentes axiales, une antérieure et une postérieure. Le rectum est maintenu dans cette cannelure et se termine par un anneau faiblement sclérifié porteur de longues soies.

Sous le rectum se trouve l'*aedeagus*, sorte d'étui ovoïde, renflé antérieurement, qui contient le pénis et des pièces accessoires.

Femelle. — L'abdomen de la femelle (fig. 26) ne diffère de celui du mâle que par une taille un peu plus volumineuse et une forme générale plus allongée. Comme chez le mâle, on observe dorsalement les orifices vestigiaux des glandes odorifères nymphales et l'on n'aperçoit que 7 urotergites et 6 pleurosternites.

Le pleurosternite 7 est fortement concave (fig. 40) ; dans cette cavité se logent les organes génitaux qui ne présentent des parties rigides que sur leur face externe.

Le 8e urite, beaucoup plus étroit que le précédent est engagé en partie dans celui-ci ; le tergite est subrectangulaire et présente une surface postérieure légèrement convexe ; le sternite a une largeur normale sur les côtés, mais il se rétrécit brusquement dans la région moyenne pour ne plus former qu'une étroite bandelette qui passe sous le 10e urite. L'urite 8 possède une paire de stigmates atrophiés et porte deux volumineux gonocoxites *G. VIII* munis d'un prolongement servant de surface d'insertion à l'urite. Ces gonocoxites s'appliquent sur les sclérites postérieurs et protégent les organes internes.

L'urite 9 supporte dorsalement deux latérotergites *T. IX* en forme de palette, élargis à leur portion distale et fortement tordus à leur base. Ces tergites pivotent lors de l'accouplement. Au repos, ils renforcent la protection conférée par les tergites 8 ; comme ce dernier, ils portent de longues soies raides qui ont un rôle principalement sensoriel. Les gonocoxites 9 sont soudés ; ils constituent une pièce faiblement sclérifiée et pourvue de soies sensorielles.

Le 10e urite, ou tube anal, entoure complètement l'urite 11 qui se termine par deux étroites lames chitinisées bordant l'orifice anal.

Pièces génitales d'E. ornata

Les pièces génitales mâle et femelle d'*E. ornata* sont plus petites d'environ 1/10 que celles d'*E. ventralis* ; la longueur totale du corps de la première espèce par rapport à celle de la seconde étant dans le rapport de 7 à 10, les pièces génitales sont donc relativement plus volumineuses chez *E. ornata* que chez la punaise ornée.

Les latérotergites 8 de la femelle d'*E. ventralis* forment par leur réunion dans la région axiale un angle obtus dirigé vers la tête alors que pour *E. ornata*, ces mêmes tergites délimitent postérieurement un angle très ouvert dont la pointe est orientée vers l'anus.

L'organe mâle (fig. 39) diffère en plusieurs points de celui d'*E. ventralis* ; l'urite 8 est plus épaissi et plus large sur la face ventrale ; il présente à son extré-

mité antérieure une petite partie épaissie et repliée à angle droit ; les valves génitales sont nettement bilobées alors qu'elles sont simples chez *E. ventralis* ; l'urite 10 est allongé et présente un amincissement net et très régulier dans la

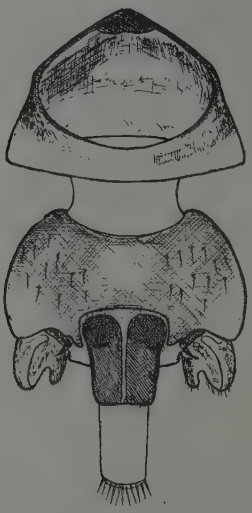


FIG. 39. — *E. ornata* mâle.

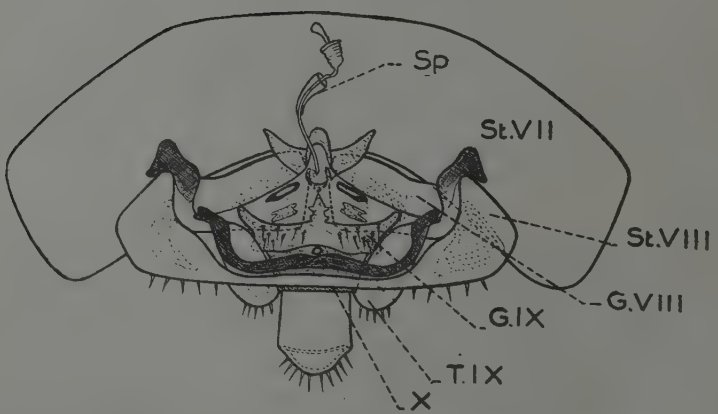


FIG. 40. — *E. ventralis* femelle. Vue dorsale. *G* : gonocoxite. *Sp* : Spermathèque *St* : Sternite *T* : Latérotergite.

région ; l'embase est fortement renflée ; chez *E. ventralis*, cette pièce, plus large que haute, n'est amincie que sur une faible partie de sa hauteur.

Enfin, le paramère d'*E. ornata* est court, très large à la base et présente

une épine courte, alors que pour *E. ventralis*, l'épine est longue et recourbée parallèlement à l'embase.

Organe copulateur mâle d'E. ventralis. D. SHARP (1890), HEM SINGH PRUTHI (1925) ont fait une étude d'ensemble des genitalia de la plupart des familles

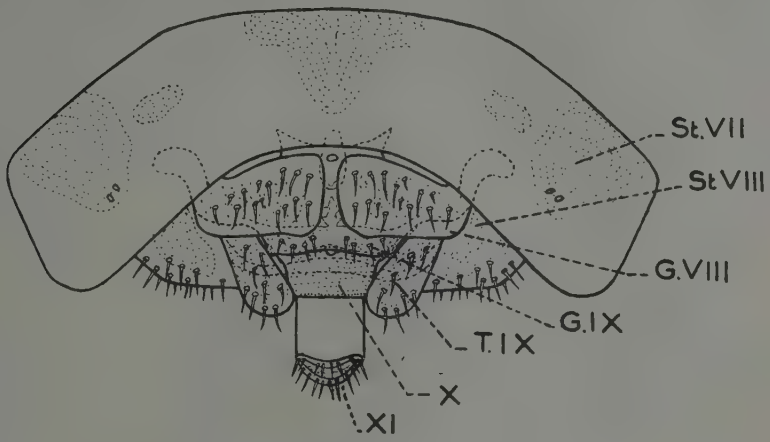


FIG. 41. — *E. ventralis* femelle. Vue ventrale.

d'Hétéroptères ; ce dernier auteur distingue d'après la morphologie des genitalia mâles, 5 types différents dans la superfamille des Pentatomoïdes (classification d'OSHANIN), le type *Pentatominae*, le type *Cydninae*, le type *Scutellarinae*, le type *Tessaratominae*, et le type *Acanthosominae*.

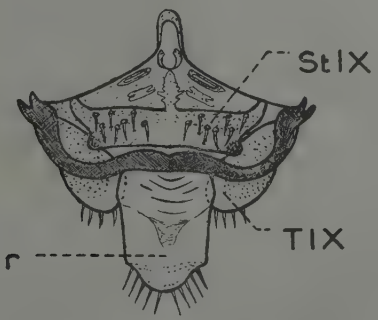


FIG. 42. — *E. ventralis* femelle. *r* : Rectum. *Pl* : Pleurite. *St* : Sternite. *T* : Tergite.

Le type *Pentatominae* s'observe dans les sous-familles des *Pentatominae*, des *Graphosominae*, des *Asopinae*, des *Phyllocephalinae*, des *Discocephalinae*, etc... SINGH PRUTHI a décrit et figuré les genitalia de *Graphosoma lineatum* L., et de *Nezara viridula* L.

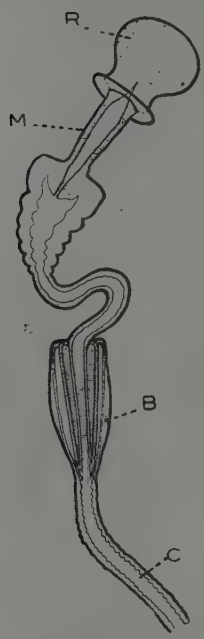


FIG. 43. — Spermathèque en coupe optique. *B* : Bourse. Canal d'évacuation. *M* : Région musculaire *R* : Réceptable des spermatozoïdes.

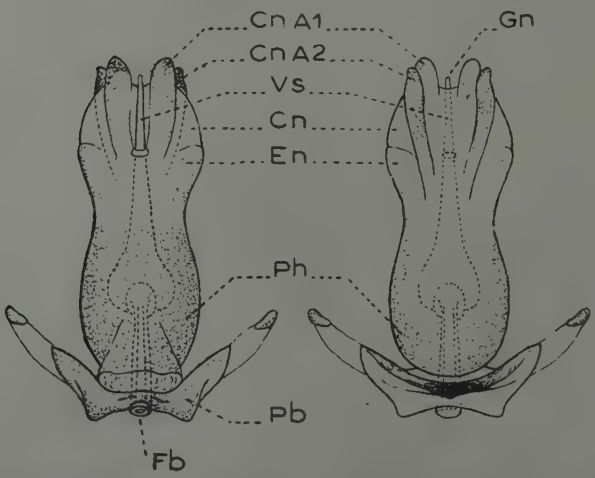


FIG. 44 et 45. — Aedeagus au repos. Vues dorsales (à gauche) et ventrale. *Cn* : Conjunctiva. *Cn A*, *Cn A* : Appendices de la conjunctiva *En* : Endosoma *Fb* : Foramen basal *Gn* : Gonopore. *Pb* : Plaque basale. *Ph* : Phallosoma. *Vs* : Vesica.

L'urite 10 recouvre étroitement l'anus ; sous celui-ci, se trouve l'*aedeagus* à peu près cylindrique et présentant un léger resserrement dans la zone médiane.

D'après la terminologie de HEM SINGH-PRUTHI, l'*aedeagus* se divise en deux parties (fig. 44 et 45) ; une partie proximale, le *phallosoma Ph* et une partie distale, l'*endosoma En* ; au repos l'*endosoma* s'invagine dans le *phallosoma*. Le *phallosoma* est fortement chitinisé ; l'*endosoma* n'est légèrement épaissi que dans la moitié proximale ; la moitié distale de l'*endosoma*, qui est large et souple, constitue la *conjunctiva Cn*. Il existe en outre un tube étroit et rigide, ou *vesica Vs*.

A la partie inférieure de l'*aedeagus* se trouvent les *plaques basales Pb* (fig. 44, 45, 48, 49, 50), de forme compliquée, qui entourent l'orifice du canal

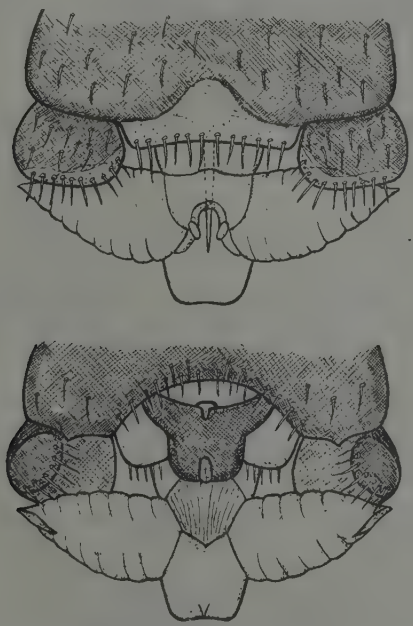


FIG. 46 et 47. — Région génitale du mâle lors de l'accouplement. Vues ventrale (en bas) et dorsale.

éjaculateur ou *foramen basal* ; les plaques basales sont réunies par un arceau *Ar*. Elles sont en liaison par une mince bandelette avec deux petits sclérites *Sc*.

Le canal éjaculateur a des parois épaissies dans la région basale du *phallosoma* ; il débouche dans une vaste poche où s'emmagasinent les spermatozoïdes. Au moment de la fécondation, les spermatozoïdes sont envoyés dans la *vesica* et débouchent par une ouverture légèrement oblique ou *gonopore Gn*.

La *conjuctiva* présente deux paires d'appendices CnA_1, CnA_2, dont la fonction est bien mise en évidence lorsque l'on tue un mâle au moment de l'accouplement (fig. 46, 47, 48, 49). A ce moment, la *conjunctiva* se développe considé-

rablement et envoie de part et d'autre de l'axe, deux prolongements se terminant par les appendices CnA_2 qui jouent alors le rôle d'organes de fixation en s'accrochant à l'intérieur des organes femelles. Ce sont ces organes, dont l'existence n'avait pas été signalée, qui jouent en liaison avec les paramères le rôle essentiel dans le maintien du mâle sur la femelle pendant le coït ; tant qu'ils restent turgescents, il n'est pas possible de désaccoupler les punaises. Il arrive

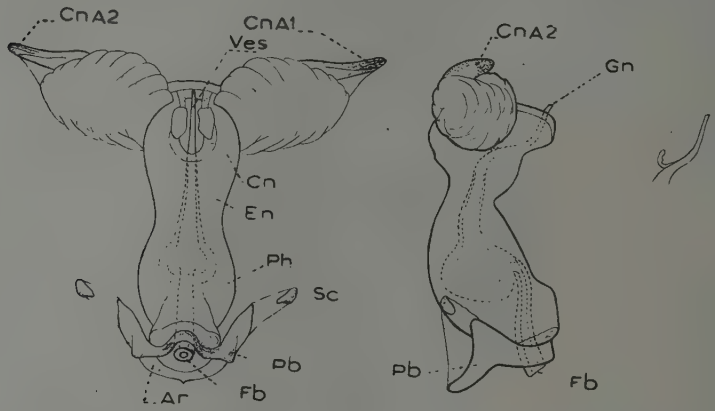


FIG. 48 et 49. — Aedeagus lors de l'accouplement. Vues dorsale et latérale. *Cn* : Conjunctiva. *CnA* *CnA* : Appendices de la Conjunctiva. *En* : Endosoma. *Fb* : Foramen basal. *Gn* : Gonopore. *Pb* : Plaque basale. *Ph* : Phallosoma. *Sc* : Sclérite latéral de la plaque basale. *Vs* : Vesica.

même que des mâles restent accrochés à leur partenaire jusqu'à la fin de l'existence de celles-ci. Les figures 46 et 47 montrent la position des appendices par rapport aux derniers segments de l'abdomen ; les figures 48 et 49 représentent l'*aedeagus* isolé. Les différences d'aspect qu'offre la région axiale de la conjunctiva dans les figures 46, 47, 48 et 49 tiennent à ce que l'organe n'a pas été vu sous le même angle.

Au moment de l'accouplement, les divers organes décrits ci-dessus entrent

FIG. 50. — Plaque basale isolée. *Pb* : Plaque basale. *Sc* : Sclérite latéral de la plaque basale.

en jeu par l'action de muscles puissants et de ligaments. Ce sont les plaques basales qui impriment un mouvement d'ensemble à tout l'appareil sexuel ; elles agissent en liaison avec les bases des paramères par l'intermédiaire des ligaments et des *sclérites Sc*. La dévagination de l'*endosoma* se produit sous l'action de muscles qui s'insèrent dans la région médiane des plaques basales et par la pression exercée par le liquide séminal.

4. **Les glandes répugnatoires.** — A la mue imaginale les glandes répugnatoires s'atrophient plus ou moins suivant les espèces et les sécrétions odorantes ne sont plus produites que par les glandes propres à l'adulte, situées à la face

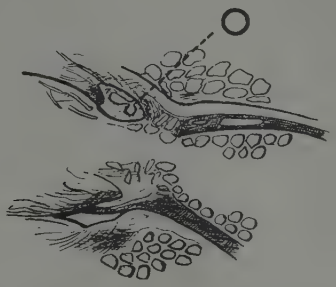


FIG. 51. — *Raphigaster griseus*. Femelle adulte. Vestiges des première (en haut) et troisième paires de glandes répugnatoires larvaires sur les tergites abdominaux.

ventrale du mésathorax. Ces glandes débouchent devant ou à côté des fémurs de la 3e paire de pattes par des orifices le plus souvent ovalaires, parfois ronds, rarement en fente étroite.

FIG. 52-53. — *Dolichoris baccarum*, mâle adulte. Glandes répugnatoires vues centrale et dorsale.

La structure histologique des glandes répugnatoires imaginales de plusieurs Pentatomides a été bien étudiée par HENRICI (1940) ; celle d'*E. ventralis* ne présente rien de spécial et je me bornerai à la description morphologique des

glandes de la Punaise ornée du Chou en les comparant à celles d'espèces très voisines.

Les orifices des glandes larvaires persistent chez les adultes mais leur forme peut varier légèrement ; celle de la première glande, qui était très réduite chez la larve, est bien développée chez l'adulte de *Raphigaster griseus* (fig. 51). Il existe même un orifice à contour fortement chitinisé sur les 3/4 de sa circonférence et se prolongeant vers la région axiale par une petite boutonnière allongée. La 2e et la 3e paires sont à peu près identiques ; le vestige de l'orifice est irrégulier et tapissé par une membrane hyaline. Cette dépression est bordée à l'arrière et à l'avant par deux protubérances.

Les glandes répugnatoires de *Dolichoris baccarum* adulte ont la forme d'un

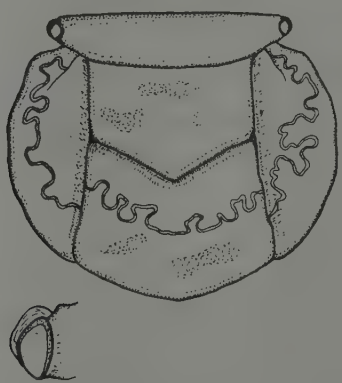


FIG. 54. — *Tropicoris rufipes* L. Femelle adulte. Vue ventrale.
En bas, orifice de la glande répugnatoire maintenu béant par un anneau chitinisé.

sac bilobé volumineux de couleur jaune orangé (fig. 52 et 53). Les glandes répugnatoires des mâles sont identiques à celles des femelles mais sont plus petites d'un tiers environ.

Elles reposent sur la face interne du sternite métathoracique et leur structure molle leur fait épouser les cavités existant à cet endroit ; c'est la raison pour laquelle elles présentent généralement sur leur face ventrale une languette trapézique (*Tropicoris rufipes* L. (fig. 54) triangulaire (*Dolichoris baccarum* F.) *Palomena prasina* L. (fig. 55) ou rectangulaire (*Eurygaster maurus* L. *Acanthosoma hemorrhoidalis* L.).

Ces glandes ont une coloration très vive : jaune, orangé ou rouge ; celle d'*Eurygaster maurus* est d'un jaune citron sur laquelle se superposent de petites taches orangé vif donnant à l'ensemble une teinte orangée.

Les glandes de plusieurs espèces de Pentatomides (*Raphigaster griseus* F., *Palomena prasina* L., *Tropicoris rufipes* L., *Aelia acuminata* L., *Nezara viridula* L.) présentent sur leur face ventrale un fin liseré sinueux de teinte plus claire ou plus foncée (« glande accessoire » de BRINDLEY, 1930). Cette glande accessoire

est constituée par de larges cellules reposant sur une membrane basale et limitées intérieurement par une mince cuticule ; leur noyau est volumineux.

L'ouverture et la fermeture des orifices des glandes répugnatoires sont assurées par l'action antagoniste de deux muscles et par l'élasticité du petit anneau légèrement chitinisé qui termine les conduits de la glande odorifère.

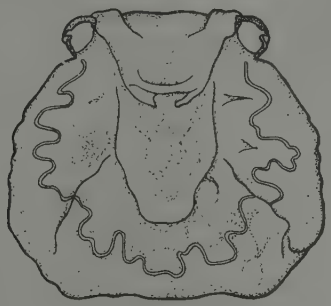


FIG. 55. — *Palomena prasina* L. Femelle adulte. Vue ventrale.

L'odeur émise par les Pentatomides est très variable ; elle est prononcée chez *Raphigaster griseus*, *Dolichoris baccarum*, peu accusée chez *Palomena prasina*, très faible chez *Eurydema ventralis* et *Carpocoris purpuripennis*.

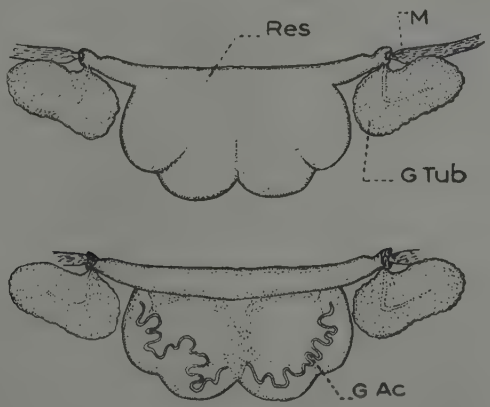


FIG. 56-57. — *E. ventralis*. Femelle adulte. Vues ventrale et dorsale. *G. tub* : Glande tubulaire. *G. Ac* : Glande accessoire. *M.* muscle. *Res* : Réservoir.

Les glandes répugnatoires métathoraciques d'*E. ventralis* présentent quelques particularités (fig. 56 et 57). Ces glandes ont été décrites par DUFOUR en 1833 qui écrit à ce sujet : « Toutes mes recherches pour découvrir dans son voisinage (de la glande) des vaisseaux, des glandes, ou un appareil propre à la

sécrétion de l'humeur oléagineuse ont été vaines. Ainsi, cette bourse serait en même temps un organe sécréteur par ses parois et un réservoir ».

Ces glandes annexes existent, mais il est très difficile de les mettre en évidence. Les glandes répugnatoires comprennent trois parties : le réservoir, les glandes tubulaires *G. Tub.*, et une glande accessoire *G. Ac.* ; la plus volumineuse est constituée par le réservoir *Res.* Ce réservoir est relativement très petit, sa largeur étant d'environ 0,75 mm et sa hauteur de 0,45 mm, de couleur jaune orangé avec des traînées jaunâtres plus marquées dans la région médio-dorsale. Il est divisé en deux par une dépression et chaque lobe est scindé en deux lobules inégaux par un petit sillon marginal.

Les canaux évacuateurs sont remarquablement longs et présentent à leur extrémité un rétrécissement marqué. L'orifice du canal est formé par un anneau faiblement chitinisé ; sur la face dorsale de ce dernier vient s'attacher un muscle puissant *M.* Dorsalement et à la partie antérieure, la glande présente un repli qui prolonge les canaux.

Très près de l'orifice de sortie, un mince canal provenant de glandes tubulaires *G. Tub.* volumineuses, de couleur beige, très pâle, débouche dans le canal d'évacuation du réservoir. Ces glandes sont dirigées vers la région anale et reposent sur la face dorsale des sternites thoraciques et abdominaux. Il existe dans la partie de la glande conduisant au canal d'évacuation du réservoir un étroit canal chitinisé dans lequel se déversent les productions des glandes. La glande accessoire se présente sous forme d'un mince canal difficilement décelable à tracé sinueux et irrégulier, très variable suivant les individus.

Les seconde et troisième glandes répugnatoires larvaires persistent chez l'adulte mais elles sont légèrement atrophiées ; la première glande ne subit pas de modification.

Ainsi que je l'ai signalé précédemment pour *Raphigaster griseus*, les orifices des glandes larvaires de la Punaise ornée adulte diffèrent légèrement de ceux de la larve du 5e stade ; les orifices de la première glande sont un peu plus développés chez l'adulte ; au contraire, ceux des deuxième et troisième glandes sont plus réduits.

5. **Tube digestif**) L'anatomie du tube digestif des Hétéroptères a été principalement étudiée par Treviranus (1809) chez *Tropicoris rufipes*, L. Ramdohr (1811) chez *Pyrrhocoris apterus* L., par Dufour (1833), Leydig (1857), Forbes (1882), Glasgow (1914), Buchner (1921), Kuskop (1924), Poisson (1924) chez de nombreuses punaises, par Malouf (1933) chez *Nezara viridula* L., Rawat (1938) chez *Naucoris cimicoïdes* L., Harris (1938) chez *Murgantia histrionica* Hahn.

Ces auteurs donnent des appellations différentes aux diverses parties du tube digestif. C'est ainsi que le « 1er estomac » de Glascow correspond à la « 1ere poche du ventricule chylifique » de Dufour et au « jabot » de Malouf.

La partie tubulaire faisant suite au 1er estomac est désignée sous le nom

de « portion filiforme » par DUFOUR, de « 2e estomac» par GLASGOW et de « 1er estomac » par MALOUF. La portion plus ou moins renflée située à l'extrémité de cette région constitue la « seconde poche gastrique » pour DUFOUR, le 3e estomac pour GLASGOW et le 2e estomac pour MALOUF. La tubulure qui réunit cette partie à la région cæcale est nommée « col de cette poche » par DUFOUR et « 3e estomac » par MALOUF. GLASCOW la considère comme partie de la région cæcale et appelle l'ensemble « 4e estomac ». Enfin les « quatre cordons valvuleux » de DUFOUR sont l'homologue du « 4e estomac » de MALOUF.

La famille des *Pentatomidae* comprend 4 sous-familles principales : *Graphosominae, Pentatominae, Acanthosominae* et *Asopinae* (GULDE 1933).

Les figures 58 à 64 donnent une idée de la variété des formes que peut revêtir le tube digestif de quelques espèces appartenant à la famille des *Pentatomidae* (*Eurydema, Pentatoma, Raphigaster, Aelia, Graphosoma, Acanthosoma*) ; cependant il existe dans les grandes lignes une certaine homogénéité à l'exception de la sous-famille des *Acanthosominae*.

Intestin antérieur. — Le tube digestif d'une femelle d'*E. ventralis* se décompose en trois parties : l'intestin antérieur, l'intestin moyen et l'intestin postérieur.

L'intestin antérieur comprend le pharynx *Ph* et l'œsophage *Œs*. Le plancher du pharynx est constitué par l'hypopharynx, lame épaisse en forme de gouttière, et le plafond par l'épipharynx (opercule de BUGNION) qui est très mince et légèrement incurvé vers la partie supérieure.

Le pharynx est soumis à l'action antagoniste de muscles dilatateurs qui s'insèrent d'une part à la face inférieure du clypeus et d'autre part sur l'épipharynx, et de muscles abaisseurs qui jouent un rôle plutôt passif en maintenant l'œsophage en place ou en l'abaissant très faiblement au moment où les muscles dilatateurs entrent en action. Ceux-ci provoquent une dépression qui fait remonter dans l'œsophage le mélange de salive et de substances végétales.

Le pharynx ainsi que le système musculaire qui assure son fonctionnement ont été bien décrits par BUGNION chez *Graphosoma*, HARRIS chez *Nurgantia histrionica* Hahn, POISSON chez *Limnotrechus gibbifera* et RAWAT chez *Maucoris cimicoïdes* L. ; celui des divers Pentatomides que j'ai examinés ne présente rien de particulier.

L'œsophage d'*E. ventralis*, très court, présente une légère constriction dans sa région et débouche dans l'intestin moyen.

Intestin moyen. L'intestin moyen comprend 4 régions (ou ventricules) plus ou moins bien marquées suivant les espèces (fig. 58 à 64) ; elles sont bien différenciées chez *Graphosoma italicum, Raphigaster griseus* et *E. ventralis*.

a) *Pentatominae* : Le premier ventricule (1er *V.*) d'*E. ventralis* (fig. 58) est un sac allongé, blanchâtre, mamelonné, présentant dorsalement un raphé dorsal *r* et un raphé ventral assez peu marqués.

Le deuxième ventricule (2e *V.*) est un long tube cylindrique de couleur blanchâtre virant au vert lorsque l'animal vient de s'alimenter. Il est séparé du troisième ventricule par un léger étranglement.

Le troisième ventricule (3e *V.*) est une poche ovoïde, qui peut se dilater considérablement et où s'accumulent les matières alimentaires mélangées à la salive.

Une constriction très marquée le sépare du quatrième ventricule (4e *V.*) dont la structure est complexe ; il comprend au centre un canal cylindrique, étroit, qui est le prolongement direct du troisième ventricule et qui aboutit à l'iléon *Il.* Sur ce canal sont attachées quatre tubulures qui sont les « cordons

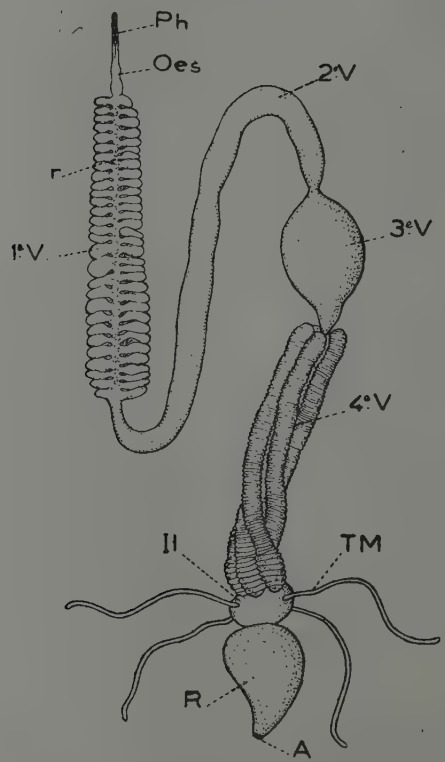


Fig. 58. — Tube digestif d'*Eurydema ventralis* femelle à maturité sexuelle.

valvuleux » de Dufour ; ceux-ci entourent complètement l'intestin auquel ils sont maintenus par des membranes. La surface de ces cordons est légèrement annelée sur les 9/10e antérieurs de sa longueur ; la portion terminale a un diamètre un peu plus grand et les stries superficielles sont plus profondes.

La couleur diffère également ; elle est le plus souvent beige à orange, parfois blanche, rarement jaune citron, sur les 9/10e antérieurs, alors qu'elle est presque toujours jaune citron dans la portion terminale.

Le tube digestif des mâles est comparable dans ses grandes lignes à celui des femelles, mais il est relativement beaucoup moins développé ; la différence la plus notable réside dans le diamètre réduit des cordons valvuleux. En outre, la quasi-totalité des mâles ne présente pas de portion terminale légèrement

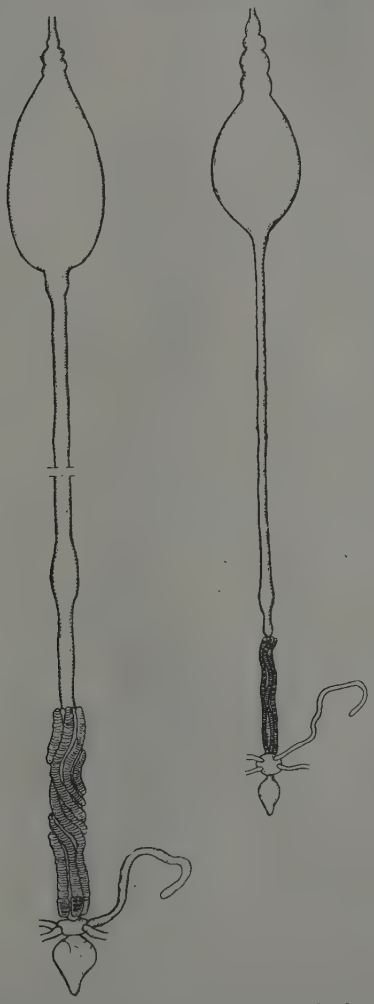


FIG. 59-60. — Tube digestif de *Pentatoma rufipes*, à gauche femelle, à droite mâle.

dilatée ou ayant une couleur différente de la majeure partie du cordon ; au contraire de ce que l'on observe chez les femelles, les cordons valvuleux ont donc une structure homogène sur toute leur longueur. J'ai trouvé cependant quelques femelles qui ne présentaient aucune différenciation.

Le tube digestif d'un autre Pentatomide, *Pentatoma rufipes* L., est beaucoup plus simple (fig. 59-60) ; sa longueur totale est de 30 mm chez la femelle et de 24 mm chez le mâle. L'œsophage est assez long, le premier ventricule est légèrement mamelonné à sa partie antérieure et de couleur mauve à violacé, puis

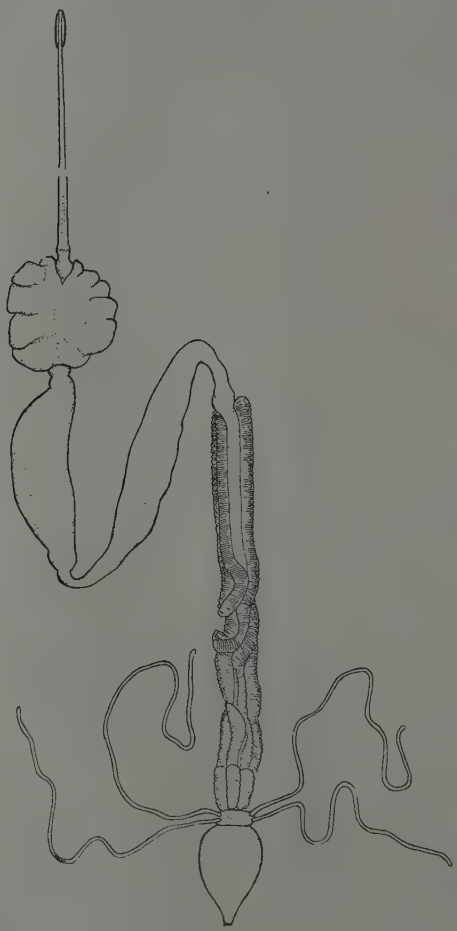


FIG. — 61. — Tube digestif de *Raphigaster griseus*, femelle.

sacciforme et de couleur beige ; le deuxième et le troisième ventricules ne peuvent être délimités lorsque l'animal est à jeun et leur réunion constitue un long tube cylindrique de teinte beige.

Les cordons valvuleux, réduits chez le mâle et de structure homogène sur

toute leur longueur, prennent un grand développement chez la femelle et sont disposés en torsade autour du quatrième ventricule ; ils sont de couleur orangée.

L'œsophage de *Raphigaster griseus* (fig. 61), particulièrement long, présente un petit renflement orangé avant de déboucher dans le premier ventricule ; celui-ci, peu volumineux, est de coloration vert pâle à beige. Le deuxième

FIG. 62. — Tube digestif d'*Aelia acuminata*, femelle.

ventricule fortement renflé est nettement séparé du troisième par un étranglement prononcé. Le troisième ventricule, légèrement renflé en son milieu est un petit peu plus long que le second. Le quatrième ventricule est très long et son diamètre est relativement beaucoup plus important que celui des espèces précédentes. Les cordons valvuleux, le plus souvent rectilignes sur la moitié anté-

rieure de leur longueur, sont disposés en spirale sur l'autre moitié, leur couleur est d'un rouge orangé, et la portion terminale hyaline à mauve pâle. Les cordons valvuleux du mâle sont rouge bordeaux sur toute leur longueur.

Le tube digestif d'*Aelia acuminata* L. (fig. 62) rappelle assez bien celui de *Pentatoma rufipes*. L'œsophage est court, le premier ventricule volumineux et très allongé, le deuxième et le troisième ne sont pas différenciés, le quatrième est réduit ; les cordons valvuleux, jaunâtres, sont très faiblement dilatés à la partie terminale ; l'iléon est hémisphérique et les tubes de Malpighi sont groupés à sa partie supérieure.

Le tube digestif de *Dolichoris baccarum* L. présente de grandes analogies avec celui d'*E. ventralis*. Les premier, deuxième et troisième ventricules de la femelle sont généralement de couleur jaune soufre ; les cordons valvuleux sont hyalins sauf la partie terminale qui est également jaune soufre ; les tubes de Malpighi sont plus courts et moins souples que ceux d'*E. ventralis*. Les premier, deuxième et troisième ventricules ont une teinte variant du blanchâtre au verdâtre suivant la quantité de nourriture ingérée. Les cordons valvuleux sont hyalins à verdâtres sur toute leur longueur.

L'intestin de la femelle de *Palomena prasina* L. ne présente rien de spécial ; le premier ventricule est volumineux et fortement mamelonné, le second allongé, le troisième légèrement globuleux, les cordons valvuleux hyalins avec la partie terminale jaunâtre à orangé.

Le tube digestif des autres Pentatomides est comparable à l'un des types décrits précédemment. La coloration des cordons valvuleux varie avec les espèces ; elle est orangée chez *Carpocoris pudicus* Poda, rose chez *E. oleracea*, etc.

Cette coloration n'est pas d'ailleurs constante ; j'ai trouvé pendant la belle saison plusieurs exemplaires d'*E. ventralis* dont les cordons valvuleux, normalement orangés, étaient hyalins à jaunâtres.

Dans une certaine mesure, l'intensité de la pigmentation de ces organes est liée à la température et à l'insolation ; pour la plupart des Pentatomides que j'ai eu l'occasion d'examiner, la coloration était plus vive chez les insectes élevés à une température de 23° à 28° ou soumis à l'éclairage direct du soleil que chez ceux élevés à 12 ou 15° ou placés dans un endroit sombre.

b) *Graphosominae*. L'intestin de la femelle de *Graphosoma italicum* Muell. (fig. 63) présente une certaine analogie avec celui de *Raphigaster griseus*. Le premier ventricule est massif avec des raphés accusés, principalement le dorsal. Le deuxième ventricule est très long, le troisième légèrement renflé, le quatrième court mais d'un diamètre assez fort. Les cordons valvuleux sont relativement peu développés et disposés irrégulièrement dans leur partie antérieure ; peu de temps avant la ponte, la partie terminale prend une coloration jaune doré.

c) *Acanthosominae*. Le tube digestif des *Acanthosominae* diffère notablement de celui des *Pentatominae* et des *Scutellaridae*.

Le premier ventricule d'*Acanthosoma haemorrhoidalis* L. (fig. 64) est très

volumineux, le deuxième est un tube étroit et le troisième ne diffère du précédent que par de légères protubérances ; le quatrième est un mince cordon replié sur lui-même en forme d'U. Une paire d'organes aplatis et blanchâtres disposés de part et d'autre du cordon et reliés à ce dernier par une mince membrane constituent les homologues des « cordons valvuleux » décrits précédemment. ROSENKRANZ (1939) a montré qu'il n'existe aucune communication entre l'intestin et ces organes. Il a également signalé les grandes différences de taille que présente cet organe suivant le sexe ; sa longueur est de 8 mm pour une femelle mesurant 17 mm et seulement de 3 mm pour un mâle de 14 mm.

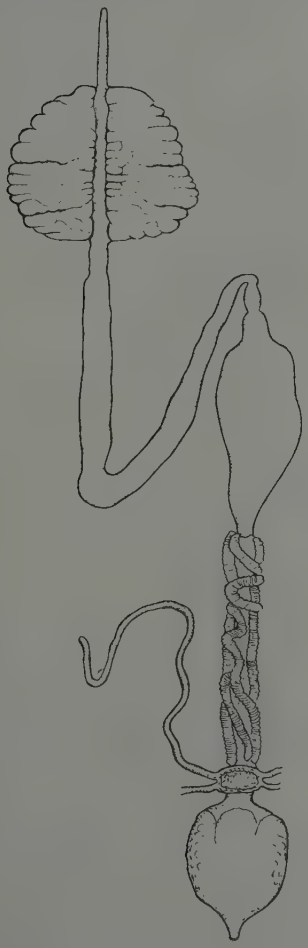


FIG. 63. — Tube digestif de *Graphosoma italicum*, femelle.

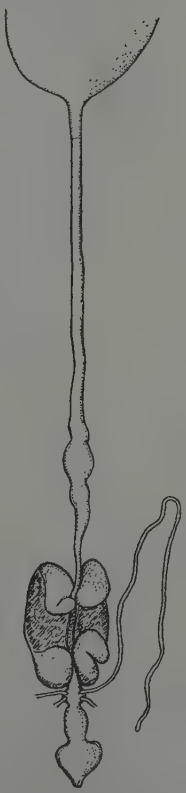


FIG. 64. — Tube digestif d'*Acanthosoma haemorrhoidalis*.

Une espèce voisine, *Elasmotethus interstinctus* L., possède un tube digestif similaire ; les deux organes accolés au quatrième ventricule sont hyalins et forment un début de spirale.

d) *Asopinae.* Plusieurs espèces appartenant à la sous-famille des *Asopinae* ont été étudiées par KUSKOP (1923) : *Picromerus bidens* L., *Arma custos* L., *Troïlus luridus* F., *Zicrona coerulea* L. et *Podisus maculiventris* SAY. ROSENKRANZ (1939) a examiné les mêmes espèces et, en outre, *Pinthaeus sanguinipes* F. Le caractère essentiel que présente cette sous-famille est l'absence de « cordons valvuleux » dans les deux sexes.

Tous les auteurs admettent, à l'exception de MALOUF (1933) que le premier

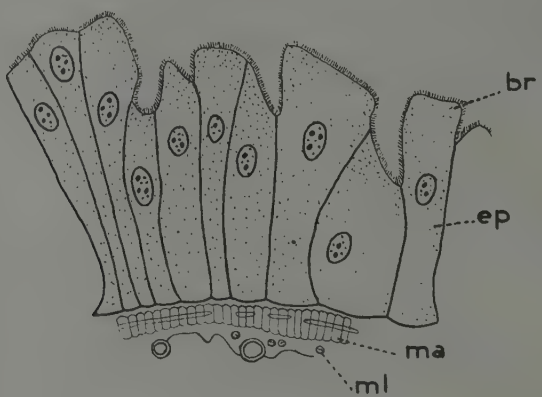


FIG. 65. — Coupe transversale du premier ventricule d'*E. ventralis*. Formol salé. Col. trichromique de MASSON.
ep : cellules épithéliales. — *ma* : muscles annulaires. — *ml* : muscles longitudinaux.

ventricule appartient à l'intestin moyen ; MALOUF a signalé la présence d'une *intima* chitineuse ce qui dénoterait son origine stomodéale. HARRIS (1938) n'a pas constaté la présence d'une *intima* dans cette région chez *Murgantia histrionica.*

J'ai fait des coupes transversales du premier ventricule d'*E. ventralis*, de *Graphosoma italicum*, de *Raphigaster griseus* et d'*Eurygaster maura.* L'épithélium de *Raphigaster griseus* présente une bordure en brosse bien visible ; celle d'*E. ventralis* et de *Graphosoma italicum* est moins nette ; dans un certain nombre de préparations, cette bordure en brosse forme une bande continue, résultant vraisemblablement de l'agglutination de tous les éléments de la brosse par les diverses substances utilisées au cours de la préparation des coupes et qui peut laisser croire à l'existence d'une *intima.*

Les cellules épithéliales d'*E. ventralis* (fig. 65) ont une longueur de 80 à 120 µ. Le noyau renferme de nombreuses granulations chromatiques, 1 à 4 gros nucléoles et des nucléoles de plus petite taille ; le cytoplasme des cellules est

dense et ne présente pas une structure très nette au contraire des cellules de *Graphosoma*. La musculature est faible, notamment en ce qui concerne les muscles longitudinaux ; elle est plus importante chez *Graphosoma italicum* (fig. 66).

L'épithélium du deuxième et du troisième ventricules est similaire à celui du premier ventricule.

La caractéristique essentielle du quatrième ventricule réside en la présence de tubulures disposées sur le pourtour de la portion du tube digestif faisant suite au troisième ventricule.

Treviranus indiqua en 1809 la structure particulière de la partie terminale du tube digestif de *Pentatoma rufipes* L. et Ramdohr (1811) décrivit cette région chez *Pyrrhocoris apterus* L. et quelques Pentatomides.

Dufour (1833) étudia le tube digestif de plusieurs Hétéroptères et signala

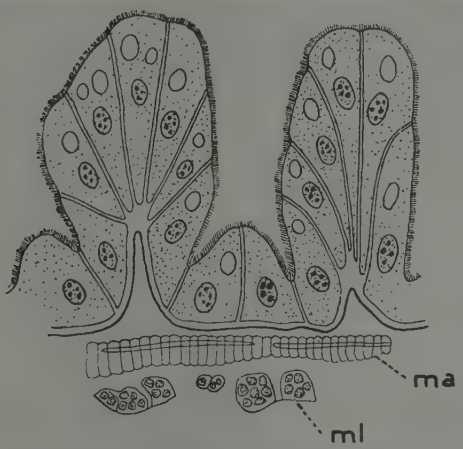


Fig. 66. — Coupe transversale du premier ventricule de *Graphosoma italicum*. Helly. Col. de Hollande.

la présence ou l'absence, suivant les espèces, de tubulures légèrement annelées disposées tout autour de la dernière portion de l'intestin moyen qu'il désigna sous le nom de « cordons valvuleux ».

Leydig (1857) fut le premier à reconnaître la présence de Bactéries dans ces « cordons valvuleux » mais n'en tira aucune conclusion. Forbes en 1882 observa la présence constante de Bactéries dans ce qu'il appela les « glandes cæcales » du « ching-bug », *Blissus leucopterus* ; ces Bactéries furent décrites en 1883 sous le nom de *Micrococcus insectorum*. Forbes supposa d'abord que ces Bactéries étaient la cause de la grande mortalité qui sévissait dans les élevages de *Blissus leucopterus* ; il abandonna cette idée par la suite quand il trouva des Bactéries dans le tube digestif d'insectes appartenant à divers ordres et plus spécialement des Hétéroptères ; il examina différents Pentatomides et Corimelaenides ainsi que certains groupes de Coreides et constata chez ces divers insectes la présence d'une quantité énorme de Bactéries.

Un élève de FORBES, GLASGOW, reprit cette question en 1914 et procéda à l'étude anatomique et histologique du tube digestif de divers Hétéroptères.

Les recherches de KUSKOP (1924) ont porté sur un grand nombre d'espèces appartenant aux familles suivantes : *Pentatomidae, Coreidae, Lygaeidae, Capsidae, Naucoridae, Nepidae, Notonectidae, Corixidae, Ranatridae* et observa que la plupart des Géocorises renferment des Bactéries. Par contre, les Bactéries que l'on trouve chez les Hydrocorises sont cantonnées dans le lumen intestinal et il n'y a donc pas dans ce cas d'organisation symbiotique.

Plus récemment, ROSENKRANZ (1939) étudia 33 espèces de Pentatomides appartenant à 25 genres différents. Enfin, SCHNEIDER (1940) décrivit les symbiotes de plusieurs Hétéroptères appartenant à différents genres.

L'examen du quatrième ventricule des diverses espèces de *Pentatomidae* révèle que les quatre principales sous-familles des *Pentatomidae* peuvent être classées du point de vue des organes à Bactéries en trois catégories distinctes :

1° Les Punaises ne possédant pas de Bactéries (*Asopinae*).

2° Celles où il existe des organes particuliers sans relation avec le lumen de l'intestin (*Acanthosominae*).

3° Les punaises où l'intestin moyen renferme des Bactéries logées dans des

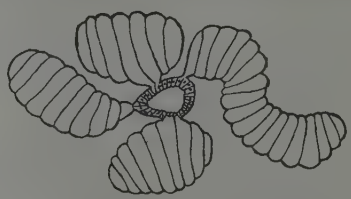


FIG. 67. — Coupe transversale du quatrième ventricule d'*E. ventralis*.

« chambres » (ou cryptes) particulières où elles peuvent se multiplier et gagner ensuite librement le quatrième ventricule où elles se mélangeront au contenu intestinal, ou encore gagner le rectum d'où elles pourront être expulsées au moment de la ponte (*Pentatominae, Graphosominae*).

L'étude histologique de ces « chambres » a été faite par KUSKOP et ROSENKRANZ (1939) et je me bornerai à donner quelques indications complémentaires.

Les *Pentatominae* et les *Graphosominae* possèdent quatre rangées de chambres disposées en spirale autour du quatrième ventricule (fig. 67) alors que les *Acanthosominae* n'en ont que deux (fig. 68).

Les chambres à Bactéries des *Pentatominae* et des *Graphosominae* communiquent avec le quatrième ventricule, et les Bactéries peuvent gagner la lumière de l'intestin ; il existe de nombreuses et fines ramifications trachéennes qui sont réparties tout autour des chambres.

Dans la région du quatrième ventricule, le diamètre de l'intestin moyen diffère beaucoup suivant les espèces, compte tenu de la dimension des insectes. Il est relativement petit pour *E. ventralis* et *Acanthosoma haemorrhoïdalis* et

très grand chez *Raphigaster griseus* et *Palomena prasina*. Les chambres à Bactéries sont tapissées de cellules très allongées ; les Bactéries les plus proches des cellules sont fréquemment disposées presque perpendiculairement à ces dernières. Chez les femelles, les chambres sont littéralement bourrées de Bactéries

FIG. 68. — Coupe transversale du quatrième ventricule d'*Acanthosoma haemorrhoïdalis*.

qui se déversent par paquets dans la lumière intestinale et se désagrègent peu à peu (fig. 70). De nombreuses et fines ramifications trachéennes ainsi que des muscles sont répartis sur le pourtour des chambres.

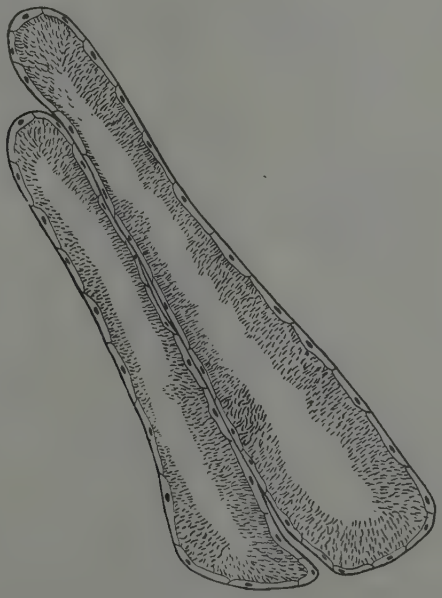


FIG. 69. — Chambres à Bactéries d'*E. ventralis*. Formol salé. Hématoxyline-éosine.

Ainsi que je l'ai signalé précédemment, les « cordons valvuleux » des mâles sont relativement beaucoup plus réduits que ceux des femelles et il n'existe pas de région différenciée à leur extrémité ; les Bactéries sont en conséquence bien moins nombreuses que chez les femelles.

Intestin postérieur. — L'intestin postérieur est réduit ; l'intestin moyen débouche dans une ampoule, l'iléon *Il*, dans laquelle aboutissent les tubes de

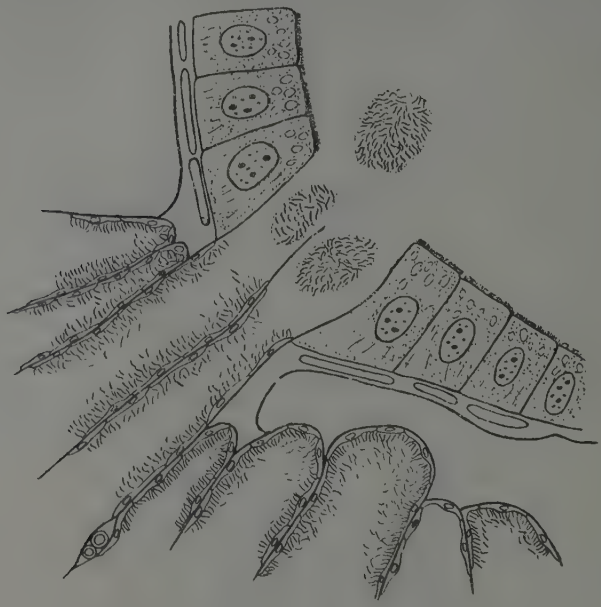


Fig. 70. — *Raphigaster griseus*. Communication des chambres à Bactéries. avec la lumière du quatrième ventricule.

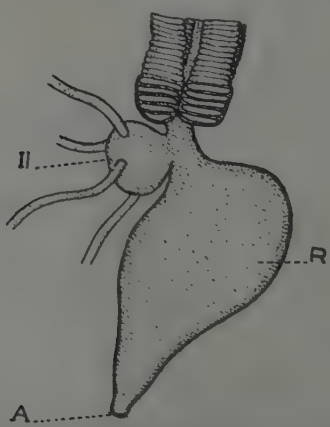


Fig. 71. — Intestin postérieur d'*E. ventralis* femelle. *Il* : Iléon. *R* : rectum. *A* : anus.

Malpighi et en communication avec le rectum *R* (fig. 71). Le mode de jonction diffère quelque peu suivant les espèces (fig. 72 et 73).

Le rectum d'*E. ventralis*, sac à paroi très mince, est souvent distendu, soit par un liquide clair légèrement jaunâtre, soit par une masse sirupeuse de couleur noire. Il y a donc deux sortes de substances excrétées sous forme de gouttelettes de taille variable mais parfois relativement volumineuses ; le liquide noir adhère très fortement à la surface des feuilles.

En piquant les feuilles de Crucifères, la Punaise absorbe un mélange très

FIG. 72. — Intestin postérieur d'*Aelia acuminata* femelle.

aqueux constitué par la salive et le contenu des cellules végétales lésées ; l'ensemble est accumulé dans les ventricules ; le liquide en excès est évacué graduellement et aboutit au rectum d'où il est ensuite expulsé. Les matières non assimilées sont ensuite envoyées à leur tour dans le rectum où elles forment un magma noirâtre.

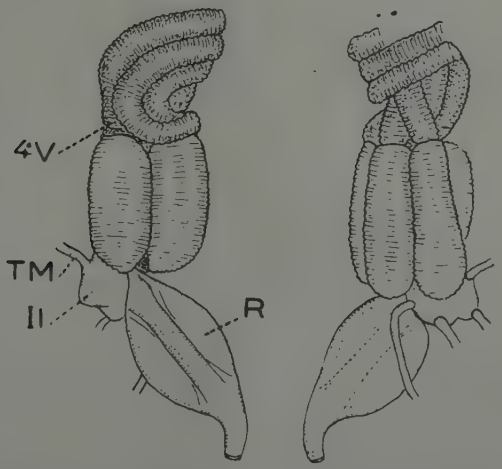


FIG. 73. — Intestin postérieur de *Raphigaster griseus* femelle.

L'expulsion du contenu du rectum se fait par des mouvements péristaltiques se produisant irrégulièrement. Le mécanisme semble être sensiblement le même pour la plupart des Pentatomides ; il est particulièrement bien visible chez *R. griseus* (fig. 74) ; les mouvements se produisent toutes les 5 à 10 secondes et persistent plus de 4 h après la dissection. Au repos, l'ampoule rectale est sen-

siblement plus renflée à sa partie antérieure ; la contraction de l'ampoule se manifeste tout d'abord par une légère constriction à la base de l'iléon formant 2 à 3 sillons dans cette région ; la constriction gagne progressivement la région moyenne ; au tiers inférieur de l'ampoule se produit un étranglement extrêmement énergique qui se propage d'une manière beaucoup moins accusée vers l'anus. A ce moment, une nouvelle contraction se produit à la partie antérieure de l'ampoule. De temps à autre, le mouvement inverse a lieu ; il se produit une contraction marquée au tiers inférieur qui se propage alors vers le haut.

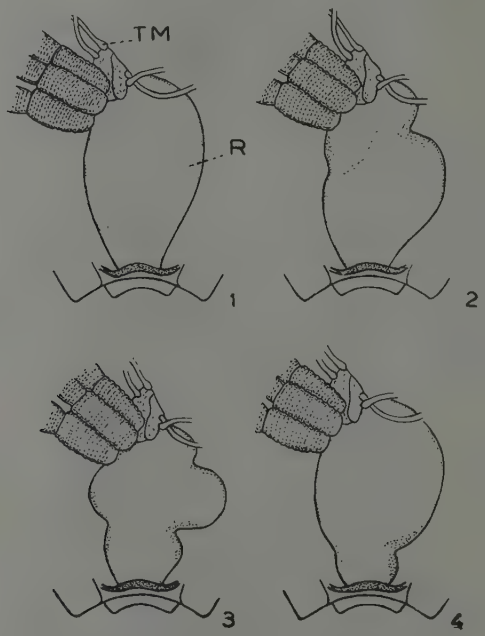


FIG. 74. — *Raphigaster griseus* femelle. Mouvements péristaltiques de l'ampoule rectale.

Il existe une relation très nette entre le nombre des piqûres et l'émission des gouttelettes claires et noires ainsi que le montre la figure 104 : les noires sont environ 10 fois moins fréquentes que les claires.

Tube digestif des larves. — Aux divers stades les larves possèdent un tube digestif très comparable à celui de l'adulte ; on y retrouve les différentes parties constitutives de ce dernier mais la différence réside dans l'importance relative des quatre ventricules.

D'une manière générale et relativement aux dimensions de l'Insecte, le premier ventricule a un diamètre d'autant plus gros que l'animal est plus jeune ; au fur et à mesure que la larve s'approche de la forme adulte, le premier ventri-

cule se rétrécit et s'allonge ; les lobes, bien marqués chez les jeunes larves, s'estompent chez l'adulte. Les deuxième et troisième ventricules des larves sont relativement plus développés que ceux des adultes.

Mais la différence la plus marquée réside dans le quatrième ventricule ; il est volumineux chez l'adulte et son diamètre égale sensiblement celui du premier ventricule. La larve au premier stade a le quatrième ventricule réduit à un minuscule cordon, guère plus gros qu'un cheveu, diaphane et parsemé de fortes granulations orangées.

Aux 2e et 3e stades, il est encore très tenu et de couleur généralement orangée. Au 4e stade (fig. 75), son diamètre augmente faiblement. Ce n'est qu'au

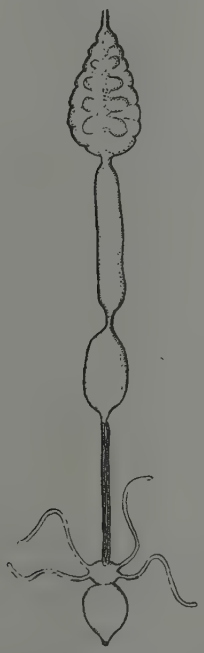


FIG. 75. — Tube digestif d'une larve d'*E. ventralis* au quatrième stade.

5e stade qu'il grossit considérablement pour atteindre sa taille maximum après la mue imaginale ; la partie terminale des cordons valvuleux, qui est légèrement renflée chez l'adulte, n'est pas différenciée ou à peine marquée chez la larve au 5e stade. Cette dysharmonie de croissance des cordons valvuleux est en relation avec le nombre des Bactéries ; celles-ci ne sont en effet très abondantes qu'à partir du 4e et surtout du 5e stades.

Glandes salivaires. — L'appareil salivaire de la Punaise ornée du Chou ne présente rien de particulier. Il comprend deux paires de glandes, une glande

principale et une glande accessoire, toutes les deux translucides. La glande principale *G. pr.*, située dans le thorax, est volumineuse et divisée en deux lobes par une constriction marquée (fig. 76) le lobe antérieur est pyriforme, le lobe postérieur très allongé.

La glande accessoire *G. Ac.* débute par une portion cylindrique assez large présentant ensuite quelques circonvolutions d'assez grande amplitude ; elle se continue par un conduit très étroit et très long qui vient s'appliquer étroitement contre les canaux salivaires et se dirige ensuite vers le thorax ; il devient alors

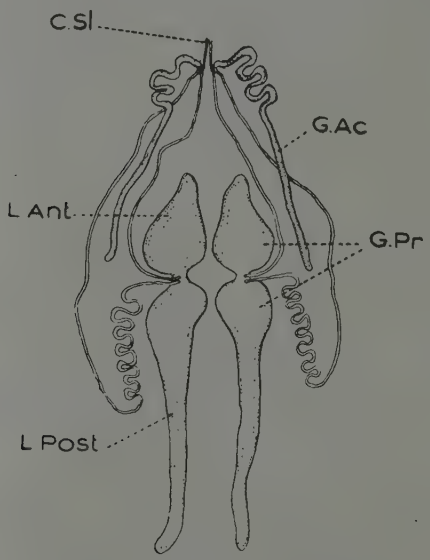


Fig. 76. — Glandes salivaires de femelle d'*E. ventralis* adulte.

très sinueux avant de déboucher dans la glande principale qui joue ainsi le rôle de réservoir des substances élaborées par la glande accessoire. La glande principale déverse son contenu dans la pompe salivaire par un très mince conduit salivaire *C. Sl.*

B. — TRANSMISSION DES BACTÉRIES SYMBIOTIQUES

Selon Convenévole (1933), la contamination de l'œuf d'*Aelia rostrata* Boh. se ferait dans l'ovariole de la mère d'une manière similaire à ce qui a lieu pour les insectes à mycétome.

D'après Malouf (1933), l'infection des œufs de *Nezara viridula* pourrait se produire, au moment de la fécondation, par les Bactéries accumulées dans une paire de sacs et qui se mélangeraient au sperme. Il est plus vraisemblable

qu'il ne s'agit que d'éléments bacilliformes analogues à ceux qui ont été signalés par CARAYON (1945) dans l'appareil génital mâle des Nabides.

GLASGOW (1914) a remarqué que les Bactéries se trouvent non seulement dans les cæca gastriques des adultes mais aussi en liberté dans le canal alimentaire de sorte que les excréments en renferment toujours un certain nombre. Ce fait permet donc d'envisager une contamination par la voie buccale, principalement pour les punaises grégaires et phytophages. Pour vérifier cette hypothèse GLASGOW a nourri, avec des fragments de végétaux stérilisés, des larves d'*Anasa tristis* et de *Murgantia histrionica* provenant de pontes désinfectées. Toutes les larves alimentées de cette façon furent infectées.

M. KUSKOP (1924) a étudié plus particulièrement le mode d'infection de l'œuf de *Graphosoma italicum*, *Palomena*, *Carpocoris* et *Dolichoris*. Elle a constaté que les œufs matures retirés des gaines ovariques étaient dépourvus de Bactéries, ce qui l'a conduite à supposer que les Bactéries pénétraient dans l'œuf par le micropyle en même temps que les spermatozoïdes.

GLASGOW a décrit le cas particulier présenté par *Peliopelta abbreviata* où le mâle présente deux rangées de tubulures se terminant à la hauteur des tubes de Malpighi ; la femelle possède, outre ces deux tubulures, deux petits sacs disposés entre ces dernières et les tubes de Malpighi.

ROSENKRANZ (1939) n'a pas trouvé de Bactéries à l'intérieur des œufs de *Pentatoma rufipes*, de *Palomena prasina*, et *Stagnomus pusillus* H. S., mais il a observé que les symbiotes forment de petits amas irréguliers et compacts englobés dans la sécrétion entourant les œufs.

La contamination des œufs de *Coptosoma scutellatum* GEOFF, a été décrite par SCHNEIDER (1940) ; les œufs sont déposés par groupes de deux régulièrement espacés ; la femelle dépose dans les intervalles une petite masse brune et cônique, constituée par des Bactéries enrobées dans une substance gluante qui durcit rapidement à l'air.

La femelle d'*E. ventralis* dépose ses œufs sur le feuilles de Crucifères en deux files de 6 œufs disposés en quinconce : ils adhèrent fortement entre eux et au support par une sécrétion noirâtre que la femelle émet en même temps que la ponte.

Après l'éclosion, les larves restent groupées sur les pontes et ne prennent aucune nourriture jusqu'à la première mue ; durant ce premier stade larvaire dont la durée varie fortement suivant la température (2 jours à 30°, 7 jours à 17°) les insectes piquent la sécrétion brunâtre et absorbent les Bactéries.

D'après ROSENKRANZ, les larves de *Coptosoma scutellatum* restent seulement 30 mn à 1 h 30 sur le dépôt bactérien puis s'éloignent de la ponte. Par suite de la répartition localisée des Bactéries dans ces pontes, il est possible d'enlever les paquets de symbiotes tout en laissant les œufs en place ; dès l'éclosion, les jeunes larves tâtent à l'aide du rostre l'emplacement occupé normalement par les symbiotes puis finissent par s'éloigner des œufs vides. La période durant laquelle se manifeste cette recherche des Bactéries est de faible durée

car si l'on place des larves n'ayant pas absorbé de Bactéries de 4 à 24 h après l'éclosion sur des pontes porteuses de symbiotes, elles ne font plus aucun effort pour absorber les Bactéries et ne tardent pas à s'éloigner des œufs.

Il n'en est pas de même pour *E. ventralis* ; les larves élevées à des températures constantes de 23° à 28° ne se dispersent que quelques heures avant la deuxième mue. En effet, si l'on disperse les larves issues d'une même ponte à l'intérieur d'une boîte de Pétri, elles ne tardent pas à se rassembler en un à trois groupes.

L'infection au premier stade larvaire semble être une règle générale en ce qui concerne les Pentatomides. Les conclusions de CONVENÉVOLE relatives à *Aelia rostrata* BOH. sont douteuses car l'anatomie du système reproducteur du genre *Aelia* ne diffère guère de ce qui est observé chez les autres Pentatomides. ROSENKRANZ n'a pas constaté d'infection ovarienne chez une espèce voisine (*Aelia acuminata* L.).

a) *Infection des larves.* — Le processus de l'infection intestinale des larves de Pentatomides par les Bactéries a été bien étudié par KUSKOP (1923) et ROSENKRANZ (1939) et mes observations n'ont pu que confirmer leurs travaux.

Après avoir été absorbées par les jeunes larves, les Bactéries gagnent rapidement l'intestin moyen qui présente déjà les ébauches des futures cryptes à Bactéries.

SCHNEIDER (1940) a observé que la progression des symbiotes dans le tube digestif des jeunes larves de *Coptosoma scutellatum* est aidée par les mouvements péristaltiques de l'intestin ; les Bactéries gagnent de cette manière la région postérieure de l'intestin moyen qui ne contient pas de vitellus alors que la partie antérieure en renferme. Les symbiotes qui restent dans le vitellus ne tardent pas à montrer des signes de dégénérescence ; il est nécessaire que les Bactéries gagnent rapidement la partie terminale de l'intestin moyen car l'intestin de la jeune larve est le siège de transformations très rapides ; le vitellus se résorbe et la région porteuse de cryptes se différencie du reste de l'intestin moyen.

Le quatrième ventricule des Pentatomides est le seul à présenter des cæca à Bactéries ; dans cette région, la longueur de la zone terminale où s'effectue la transformation des Bactéries intestinales en forme infestante reste rigoureusement de la même taille. Je n'ai pas trouvé de Bactéries symbiotiques dans les premier et deuxième ventricules, rarement dans le troisième.

b) *Variations de la forme des Bactéries.* — J'ai observé que, pour une même espèce, les dimensions des Bactéries varient suivant le stade larvaire et, pour l'adulte, suivant leur emplacement dans le quatrième ventricule. Les Bactéries atteignent leur taille maximum chez les larves au 2e stade et leur longueur diminue progressivement au fur et à mesure que l'insecte vieillit.

L'exemple le plus net est vraisemblablement fourni par *E. ventralis* ; les larves du 2e stade de cette espèce possèdent des Bactéries mesurant 10 à 32 μ ; celles de larves plus âgées sont un peu plus petites : 8 à 25 μ pour les larves au

3e stade, 8 à 20 µ pour les larves au 4e stade, 5 à 16 µ pour celles du 5e stade, 4 à 10 µ pour les adultes, mâles ou femelles (fig. 77).

Les Bactéries des adultes d'*E. ornata* var. *picta* mesurent de 1 à 6 µ (fig. 77 *f*) ; celles de la femelle de *Palomena prasina* au moment de la ponte de 1 à 2 µ, celles des mâles et des femelles d'*Acanthosoma haemorrhoidalis* L. à l'automne de 3 à 8 µ ; celles de *Pentatoma rufipes* de 15 à 25 µ.

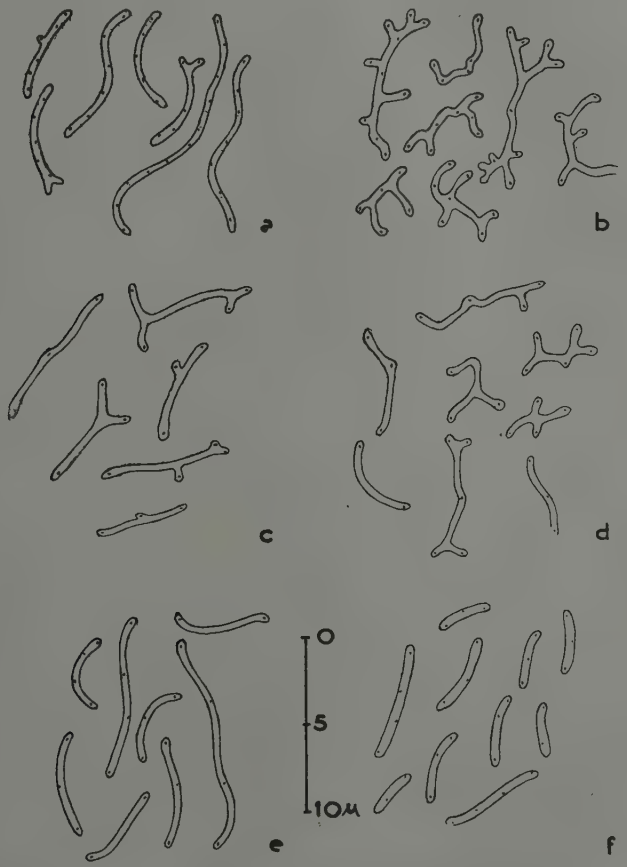


FIG. 77. — Bactéries intestinales d'*E. ventralis*. *a* : larve au 2e stade. *b* : larve au 3e stade. *c* : larve au 4e stade. *d* : larve au 5e stade. *e* : adulte femelle. *f* : bactéries intestinales de mâle adulte d'*E. ornata picta*.

Ces Bactéries sont généralement droites ou légèrement incurvées ; en ce qui concerne *E. ventralis*, on trouve, outre ces formes droites, un grand nombre de Bactéries très fortement ramifiées (fig. 77) (formes d'involution) ; ces formes particulières de Bactéries s'observent chez les larves aux différents stades et les

jeunes adultes ; les adultes âgés ne présentent plus que des Bactéries simples. Cette ramification des Bactéries semble donc correspondre à une phase de multiplication active.

Les Bactéries qui sont destinées à infecter les œufs se caractérisent par une taille inférieure à la normale ; ces Bactéries particulières prennent naissance dans la partie terminale dilatée de l'intestin moyen. L'écart existant entre la « forme infestante » et la forme normale est plus ou moins marqué suivant les espèces ; chez *Pentatoma rufipes*, la forme infestante mesure 9 μ de long en moyenne contre 22 μ pour la forme normale.

Schneider (1940) a décrit en détail des différentes formes présentées par les Bactéries de *Coptosoma scutellatum*. Les œufs sont infectés par des Bactéries rappelant les *coccus* dont la longueur varie de 0,8 à 2 μ ; cette forme est particulièrement abondante dans la partie terminale de l'intestin moyen.

Glasgow (1914) aurait pu cultiver les Bactéries intestinales d'*Anasa tristis* sur du bouillon de jus de viande ordinaire additionné d'une décoction de feuilles et de bourgeons de Courge ; en plaçant les différentes parties du tube digestif dans le milieu de culture, il a constaté que les cultures se développaient invariablement avec la région cæcale et fréquemment avec le troisième ventricule ; les cultures faites avec le premier ventricule ne réussissaient que dans 10 à 20 % des cas.

c) *Production de Punaises dépourvues de bactéries intestinales.* — Le mode d'infection bactérienne étant connu, il était possible d'envisager la production de larves artificiellement privées de Bactéries.

Schneider (1940) a obtenu des larves stériles de *Coptosoma scutellatum* en retirant de la ponte les paquets de symbiotes répartis entre les œufs.

La mortalité fut très élevée et les larves obtenues eurent une vitalité réduite ; les animaux se déplaçaient très lentement et la plupart moururent avant d'effectuer la première mue. Une seule larve put rester en vie pendant 5 semaines et demie ; elle mua deux fois mais sa taille était légèrement plus faible que celle des larves normales du même âge. L'examen histologique révéla une très grande réduction du tissu adipeux et de l'hypoderme, les cellules des tubes de Malpighi étaient vacuolisées. L'épithélium du canal intestinal était assez peu modifié ; cependant les noyaux présentaient des altérations. Une fraction importante de la bouillie nutritive renfermée dans l'intestin ne paraissait pas être digérée.

Wigglesworth (1944) a élevé des larves de *Rhodnius prolixus* Stal privées de leurs symbiotes (*Actinomyces rhodnii* Erikson) ; jusqu'au 4e ou 5e stade, les larves stériles ont grossi et ont mué de la même manière que les insectes normaux. Pour les derniers stades, la digestion du sang a été fortement réduite en l'absence d'*Actinomyces*, la mue a été retardée et très peu d'insectes sont devenus adultes. Wigglesworth suppose que les *Actinomyces* fournissent des vitamines à l'Insecte.

J'ai essayé d'obtenir des larves stériles d'*E. ventralis* par deux méthodes.

La première a consisté à plonger les œufs dans une solution de bichlorure de mercure à 5 °/oo après une immersion de quelques secondes dans de l'alcool à 70° afin d'éviter la formation de bulles d'air à la surface des œufs. Les œufs ainsi traités donnèrent naissance à des embryons normaux bien que l'éclosion fut retardée d'un à deux jours ; toutes les larves obtenues de cette manière possédaient des Bactéries. Il est donc probable que la majeure partie des Bactéries sont protégées par la substance émise par l'insecte au moment de la ponte et dont l'un des rôles est d'assurer l'adhérence des œufs au support.

L'autre méthode dérive de celle de SCHNEIDER ; les larves ont été prélevées dès leur sortie de l'œuf afin qu'elles ne puissent s'infecter. J'ai pu obtenir très facilement un grand nombre de larves dépourvues de Bactéries. Ces larves stériles ont été élevées à différentes températures en parallèle avec des larves normales ; les deux séries de larves se sont développées exactement de la même manière et la mortalité a été identique dans les deux cas ; les dimensions moyennes des punaises stériles étaient légèrement inférieures à celles des insectes normaux mais les descendants de ces punaises stériles avaient une taille normale. (BONNEMAISON, 1946).

J'ai trouvé à plusieurs reprises dans la région de Lyon en 1938 et 1939 des exemplaires d'*E. ventralis* dépourvus de Bactéries. Les connaissances que nous possédons sur le mode d'infection de ces animaux permettent d'expliquer facilement cette anomalie ; il a suffi que les jeunes larves venant d'éclore aient quitté la ponte avant de s'être infectées.

Il semble bien qu'il existe tous les intermédiaires entre les insectes pour lesquels la symbiose est indispensable et ceux où la présence de microorganismes est inutile sinon nuisible.

Chez de nombreux Fulgorides, il se forme très précocement à partir d'un mycétome primaire (organe X) un mycétome secondaire qui ne sert qu'à l'infection de l'œuf (organe rectal). Dans l'organe X, les symbiotes sont très grands, fortement lobés et riches en inclusions alors qu'ils sont de petite taille dans l'organe rectal. Au cours du développement embryonnaire, les symbiotes provenant de l'organe rectal donnent naissance chez les mâles uniquement aux grands symbiotes de l'organe X alors que chez les femelles, ils donnent naissance à la fois aux symbiotes de l'organe X et à ceux de l'organe rectal (BUCHNER, 1940). Il existe la plus grande analogie entre ces faits et les ampoules ovariques des Anoploures ou les organes d'infection des *Acanthosominae* ; les *Pentatominae* présentent une différenciation moins poussée.

Il est généralement admis qu'à l'origine, les Hémiptères se nourrissaient aux dépens d'autres animaux (HENDLIRSCH) et que petit à petit, ces insectes s'adaptèrent à un régime herbivore ; la mise en place des symbiotes se serait effectuée parallèlement à ce changement d'alimentation.

Parmi les Hétéroptères, un certain nombre de familles ont un régime carnivore plus ou moins marqué (Nabides, Anthocorides, Asopines, Naucorides, Notonectides, Nepides, Gerrides, etc...). Toutes ces familles ne possèdent pas

de symbiotes. Une exception à cette règle est constituée par les espèces parasites des Vertébrés (Cimicides, Réduviides) qui possèdent des symbiotes comme les insectes ayant la même alimentation et appartenant à d'autres ordres (Pupipares et Muscides parmi les Diptères).

Beaucoup d'Héréroptères phytophages ont des symbiotes bien développés ; cependant les Tingides et les Capsides en sont dépourvus. Le régime phytophage des Hétéroptères n'est pas aussi exclusif qu'on le croit généralement ; les *Pyrrhocoris* sucent fréquemment des animaux morts et leurs propres œufs, certains Pentatomides tels qu'*Eurydema oleraca* L., *E. ornata* var. *decorata* H. S. sucent les œufs d'autres insectes. Ces faits prouvent que l'adaptation au régime phytophage des Hétéroptères est beaucoup moins poussée qu'elle ne l'est chez les Homoptères qui possèdent tous des symbiotes.

La plupart des auteurs admettent que les microorganismes symbiotiques ont été à l'origine des parasites, mais le problème est beaucoup plus discuté en ce qui concerne le rôle actuel des symbiotes.

Mansour (1934), qui a étudié plus particulièrement la symbiose des *Calandra*, suppose que les microorganismes sont des parasites n'exerçant pas d'action nuisible par suite de l'immunité naturelle acquise par leur hôte.

Paillot (1933) conclut de même en ce qui concerne les Aphides ; l'état d'équilibre existant entre les Bactéries et l'hôte peut être rompu dans les conditions naturelles ; Paillot a observé ce fait chez des femelles d'*Aphis pomi* De G., *Aphis forbesi* Weed, *Aphis pyraria*, *Chaitophorus lyropictus* Dess, *Aphis atriplicis* L. Certaines femelles ovipares d'*A. pomi* hébergent des Bactéries qui diffèrent des formes normales par leur taille plus faible et leur localisation ; l'infection est le plus souvent limitée à l'intestin moyen et les Bactéries forment dans cette région un revêtement très dense contre la paroi épithéliale. Ces Bactéries peuvent pénétrer à l'intérieur des ovules, s'y multiplier et provoquer leur dégénérescence ; selon Paillot, cette absence de réaction d'immunité engendrerait ainsi le parasitisme. Les deux formes bactériennes peuvent d'ailleurs coexister dans le même Puceron et il ne serait pas impossible qu'elles appartiennent à la même espèce.

Un fait troublant est que l'emplacement qui sera occupé par les symbiotes préexiste avant que l'infection ait eu lieu ; il se manifeste chez l'embryon par certaines différenciations organiques et des particularités cytologiques ; cela se voit d'une manière particulièrement nette dans les œufs d'Aphides, dans l'embryon d'*Oryzaephilus* (Koch, 1931). Ces particularités persistent chez les espèces qui ne présentent pas de symbiotes, mais qui, de par leur étroite parenté avec des espèces qui en possèdent, sont présumées en avoir possédé autrefois. Ceci a été observé pour diverses espèces de Fourmis stériles (*Formica rufa*) étudiées comparativement à *Formica fusca* qui possède des symbiotes bien différenciées, pour la race égyptienne stérile de *Calandra granaria* (Mansour, 1934), pour *Fulgora europaea*, qui est stérile, contrairement aux autres Fulgorides (Buchner, 1940).

Si l'on considère les symbiotes comme des parasites adaptés à un hôte, on peut s'étonner de trouver toujours la même forme de Bactéries dans le corps d'un Insecte déterminé. La lumière du tube digestif des insectes renferme fréquemment un grand nombre de microorganismes et cependant, aucun de ceux-ci, en dehors de la Bactérie spécifique, ne pénètre dans les tissus de l'hôte.

Une explication de cette particularité a été donnée par GLASGOW (1914) qui a placé directement dans un bouillon de culture le système cæcal entier de quelques Pentatomides ; aucune culture ne se développait ce qui semblerait montrer que les Bactéries cæcales sont non seulement antagonistes des Bactéries saprophytes ou parasites mais qu'elles sont capables d'en prévenir entièrement le développement et peut-être même de tuer celles qui parviennent dans le tube digestif de l'hôte.

J'ai trouvé dans le système cæcal d'une femelle d'*E. ventralis* qui avait été expérimentalement privée de ses symbiotes un assez grand nombre de Bactéries nettement différentes des Bactéries normales ; ces Bactéries se trouvaient dans la lumière de l'intestin. Or, je n'ai pas observé dans l'intestin d'*E. ventralis* normalement infestées de Bactéries autres que l'espèce-symbiote, ce qui semblerait confirmer l'opinion de GLASGOW.

Il est à remarquer que si l'ingestion des Bactéries sous la forme infectieuse par les jeunes larves accélère ou est indispensable à leur développement, l'ingestion de cultures sur agar de ces mêmes Bactéries amène la mort de l'animal. MULLER (cité par BUCHNER, 1940) a alimenté des larves de *Coptosoma* avec des cultures sur agar de Bactéries comme *B. fluorescens*, *B. herbicola*, B. *mucoïdes* ou de symbiotes de *Coptosoma* ; les larves ont absorbé les cultures sans difficulté et les Bactéries ont été digérées ou ont envahi les cellules intestinales puis les tissus avoisinants. Il semblerait donc que les Bactéries sous la forme infectante soient beaucoup moins virulentes que les Bactéries en culture.

Nos connaissances sur la symbiose des insectes et particulièrement sur celle des Pentatomides ne sont pas suffisamment avancées pour que l'on puisse en dégager des conclusions générales.

Cependant, certaines constatations ou faits expérimentaux permettent de situer un peu mieux le problème. Tout d'abord les symbiotes ne sont pas indispensables à tous les Pentatomides puisque les deux sexes d'*E. ventralis* qui en sont privés se développent normalement.

Les symbiotes ne paraissent jouer qu'un rôle secondaire, et peut-être même n'exercent-ils aucune action, chez les formes adultes de divers insectes tels que les Cléonides, les Cérambycides, les Anoploures, les Cicadines ; ils paraissent indispensables au développement des larves de *Coptosoma* et d'Anoploures ; les études plus détaillées qui ont été faites sur ce dernier ordre ont montré que les symbiotes apportaient dans le tube digestif de l'Insecte des substances paraissant identifiables à des vitamines.

Le fait que les symbiotes se trouvent principalement sur des animaux à régime alimentaire très spécialisé permet d'envisager que la symbiose et la

spécialisation alimentaire se sont développées de pair et que la seconde n'a pu se produire qu'à la suite de l'existence de la première, mais ceci ne constitue nullement une règle absolue (*Calandra granaria*).

En ce qui concerne plus spécialement les Pentatomides, il existe un parallélisme assez étroit entre la présence des symbiotes et le régime alimentaire ; les espèces prédatrices sont dépourvues de symbiotes, les espèces qui peuvent être parfois carnivores semblent pouvoir se passer de symbiotes (Genre *Eurydema*) ; enfin les symbiotes paraissent être indispensables pour celles qui se sont adaptées depuis très longtemps à une alimentation exclusivement végétale.

C. — ŒUF

Une ponte comprend 12 œufs disposés en quinconce sur 2 rangs (fig. 78). L'œuf (fig. 79) a l'aspect d'un tonnelet légèrement renflé en son milieu et mesurant en moyenne 1 mm de haut sur 1 mm de diamètre. L'extrémité inférieure

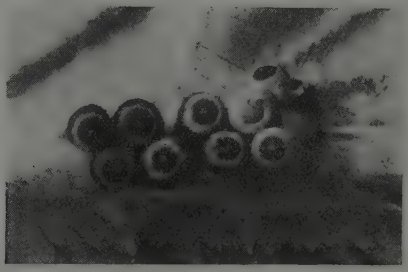


FIG. 78. — Ponte d'*E. ventralis*.

a la forme d'une demi-sphère alors que la supérieure n'est que légèrement bombée ; cette dernière est occupée en majeure partie par l'opercule, calotte faiblement convexe que l'embryon détachera du reste de l'œuf au moment

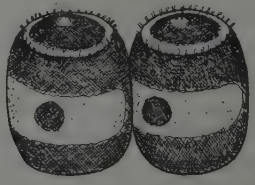


FIG. 79. — Œufs d'*E. ventralis*.

de l'éclosion. Cet opercule présente une aire centrale blanchâtre et une bande circulaire de même couleur ; tout le reste est de teinte noirâtre. Il est constitué par de grandes cellules pentagonales à parois épaisses ; les cellules marginales

s'allongent vers l'extérieur pour constituer de courtes fibrilles dont l'extrémité dentelée vient s'engrener avec un dispositif similaire placé sur les bords du chorion. L'assemblage de ces fibrilles assure une fermeture hermétique.

Le chorion est irrégulièrement coloré ; entièrement noir dans la zone qui adhère aux autres œufs, il présente sur la face externe deux bandes noires, une supérieure et une inférieure, qui délimitent une région blanchâtre ornée d'une ponctuation noire en son centre. Cette pigmentation peut envahir presque complètement le chorion ; plus fréquemment, elle manque par endroits et peut disparaître totalement dans certains cas ; l'œuf a alors une couleur blanche ou rosée.

Légèrement en deçà de la région de soudure de l'opercule au chorion sont répartis 32 à 34 appendices micropylaires hyalins et légèrement renflés à leur extrémité apicale (fig. 80) ; ces appendices sont creusés d'un fin canal s'évasant dans la région renflée.

L'œuf fraîchement pondu est jaune clair puis grisâtre ; les anneaux et le

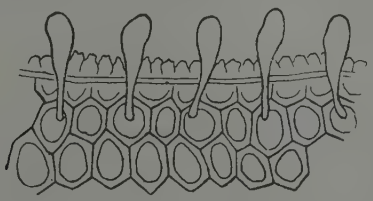


Fig. 80. — Portion apicale de l'œuf montrant le mode d'insertion des appendices micropylaires.

point noir apparaissent ensuite. A une température de 20-22°, les zones noires apparaissent 4 mn après l'expulsion de l'œuf. Dans un milieu à forte hygrométrie, la pigmentation apparaît plus lentement ; dans une atmosphère saturée d'eau, les œufs prennent une teinte verdâtre et n'éclosent pas. Au fur et à mesure du vieillissement de l'œuf, la zone blanchâtre de l'œuf devient de plus en plus terne. Peu de temps avant l'éclosion, on discerne par transparence les yeux rougeâtres de l'embryon. A la naissance, celui-ci est jaune canari avec les yeux rouges.

La ponte d'*E. ornata* présente de grandes ressemblances avec celle d'*E. ventralis* : les œufs sont le plus généralement disposés en quinconce sur deux rangs ; ils ont sensiblement la même forme et les mêmes dimensions que ceux de la Punaise ornée du Chou. Cependant la répartition du pigment noir est différente (fig. 81). Sur l'opercule existe un anneau noir incomplet qui affecte a forme d'un croissant ; dans quelques cas, l'anneau peut être fermé. La portion cylindrique présente ainsi deux bandes noires, une à la partie supérieure et une à la partie inférieure de l'œuf, qui sont reliées dans la partie médiane externe par une bande longitudinale de même largeur. Toute la région accolée aux autres œufs est enfumée. Il existe également au voisinage de la région de soudure de l'opercule au chorion des cils hyalins et capités.

Les œufs d'*E. oleracea* sont également déposés en deux files de 6 œufs placés en quinconce ; ils ont la forme d'un tonnelet mesurant environ 0,75 mm de diamètre sur 0,75 mm de haut. La couleur fondamentale est d'un jaune verdâtre très pâle ; les flancs de l'œuf présentent en haut et en bas deux bandes

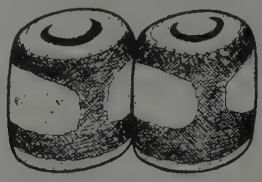


FIG. 81. — Œufs d'*E. ornata*.

noires à limites irrégulièrement dentelées ; dans la zone claire médiane se trouve une très petite tache noire. L'opercule est jaune blanchâtre et présente un anneau à surface lisse d'une couleur franchement jaune verdâtre ; quelques œufs sont ornés de petites taches isolées, parfois confluentes, formant un cercle incomplet à l'intérieur de l'anneau verdâtre.

D. — STADES LARVAIRES

La morphologie de larves d'*E. ventralis* a été bien étudiée par SERVADEI ; je me bornerai donc à donner une description succincte des 5 stades larvaires.

Détermination des différents stades larvaires et nymphaux. — Les larves diffèrent des adultes par les tarses à deux articles (trois chez l'adulte) ainsi que par l'absence des ailes et des ocelles.

1. Face dorsale de l'abdomen avec en outre 4 ou 5 grosses taches noires axiales, une ou deux très minces sur les premiers urotergites. Pas de ponctuation noire sur les régions ventrale et dorsale de l'abdomen. Quatrième article antennaire deux fois plus long que chacun des trois autres. Longueur totale du corps : 1,8 mm à 2 mm..... 1er stade larvaire.

— Les deux premiers urotergites dépourvus de taches noires axiales. Téguments de l'abdomen couverts de petits points noirs. Quatrième article antennaire au plus égal à une fois et demie la longueur de chacun des trois autres 2

2. Segments thoraciques dorsalement subrectangulaires. Metanotum bien apparent, légèrement plus étroit que les deux autres. Longueur totale du corps 2,5 mm à 3 mm..... 2e stade larvaire.

— Segments thoraciques trapéziques ou à extrémités arrondies. Metanotum au moins trois fois plus étroit que le mesonotum. Deux petites taches ovalaires jaunâtres plus ou moins visibles sur le mesonotum. 3

3. Metanotum trois fois plus étroit que le mesonotum ; deuxième uroter-

gite avec une ligne sublatérale de 2 à 5 gros points noirs ; entre le premier et le deuxième urotergites, deux petites taches noires allongées sublatérales. Pas de fourreaux alaires. L. totale du corps : 3,5 mm à 4 mm... 3e stade larvaire.

— Fourreaux alaires bien marqués et recouvrant les extrémités du metanotum 4

4. Bordure postérieure du mesonotum vaguement en forme d'accent circonflexe. Extrémité des fourreaux alaires ne dépassant pas la limite postérieure du deuxième urotergite ; sur ce dernier, deux petites taches noires sublatérales, le plus souvent appliquées contre la bordure arrière du métanotum. Longueur totale du corps 4,5 mm à 6 mm..... 1er stade nymphal.

— L'extrémité des fourreaux alaires atteint ou dépasse le milieu du troisième urotergite. Longueur totale du corps 7 à 9 mm ... 2e stade nymphal.

Premier stade larvaire (fig. 82). — Longueur moyenne de la larve mâle : 1,8 mm, femelle : 2 mm. La tête, les yeux, les antennes (à l'exception des régions

FIG. 82 — 83. — Premier et deuxième stades larvaires d'*E. ventralis*.

articulaires qui sont jaunâtres), le thorax et les pattes noir brillant. La tête, relativement volumineuse, légèrement arrondie à l'avant, ne présente que des impressions peu marquées ; les yeux sont faiblement proéminents. Les antennes, longues et grosses, sont formées de quatre articles de longueur inégale, l'article basal étant le plus court, les deuxième et troisième articles sensiblement égaux et le quatrième étant le plus gros et le plus long ; ils sont, ainsi que la tête, recouverts de soies courtes et raides. La face ventrale de la tête est noir brunâtre, l'extrémité du rostre dépasse les hanches postérieures.

Le thorax occupe une partie importante du corps ; le prothorax, de forme rectangulaire, est le plus volumineux des trois segments ; la hauteur du mesonotum ne dépasse pas les 3/5 de celle du pronotum ; le metanotum est réduit à une bandelette fortement rétrécie dans la région médiane. Les pattes sont courtes et grosses, la patte postérieure a un tibia un peu plus développé que les deux autres.

L'abdomen, de couleur générale jaune citron à jaune rougeâtre, a une forme ovalaire ; chaque segment abdominal porte sur sa face dorsale des taches noires marginales : il existe en outre dans la région axiale, généralement 7 bandes noires dont 3 trapéziques. La face ventrale, également jaune, présente les mêmes taches marginales que sur la face dorsale ; il existe 7 paires de stigmates bordés de noir sur les deuxième et huitième urosternites ; sur les urosternites III à VII inclus se trouve postérieurement à chaque stigmate un poil sensoriel dont la base est entourée d'un anneau noir ; les urites postérieurs sont enfumés dans la région axiale.

Deuxième stade larvaire (fig. 83). — Longueur moyenne de la larve mâle : 2,5 mm, de la larve femelle : 3 mm. La forme et la coloration du deuxième stade larvaire rappellent beaucoup celles du premier stade. La tête est fortement sillonnée, les antennes à quatre articles sont plus élancées que précédemment, la face ventrale de la tête et le rostre sont noir brunâtre à noir brillant.

Le thorax présente dorsalement, comme chez la larve au premier stade, une suture médiane accusée. L'abdomen est de couleur jaune clair à jaune rougeâtre ; il présente 8 taches marginales noires ainsi que 4 ou 5 taches axiales d'inégale importance. La zone jaune est parsemée de petits points noirs. Sur la face ventrale, on retrouve les taches marginales noires, et en plus, 5 à 6 taches médianes noires et rectangulaires.

FIG. 84. — Troisième stade larvaire d'*E. ventralis*.

Troisième stade larvaire (fig. 84). — Longueur moyenne de la larve mâle : 3,5 mm, de la larve femelle : 4 mm. La capsule céphalique, entièrement noire, présente une dépression en V renversé ; les yeux et les antennes sont noirs. La face ventrale de la tête, le labium et le labre sont noirs, les tubercules antennaires noir verdâtre, l'*anteclypeus* verdâtre ; l'extrémité du rostre atteint les secondes hanches.

Le pronotum présente un repli antérieur assez large, généralement jaunâtre. Le mesonotum, un peu plus large que le pronotum, est presqu'entièrement noir

brillant avec une paire de petites taches jaunâtres ovalaires peu visibles ; il présente de plus dans la région centrale une ponctuation assez grossière et à sa région postérieure un sillon prononcé. Le metanotum est réduit à une étroite bandelette à surface irrégulière. La face ventrale du thorax est jaune clair ; il existe tout autour des hanches une large plaque noir brillant. Les jambes sont entièrement noires, sauf les hanches et les régions articulaires qui sont vert noirâtre.

L'abdomen est jaune clair ; il présente sur ses faces dorsale et ventrale des taches noires axiales et marginales.

Quatrième stade larvaire ou premier stade nymphal (fig. 85). — Longueur moyenne de la nymphe mâle : 4,5 mm, de la nymphe femelle : 6 mm. La capsule

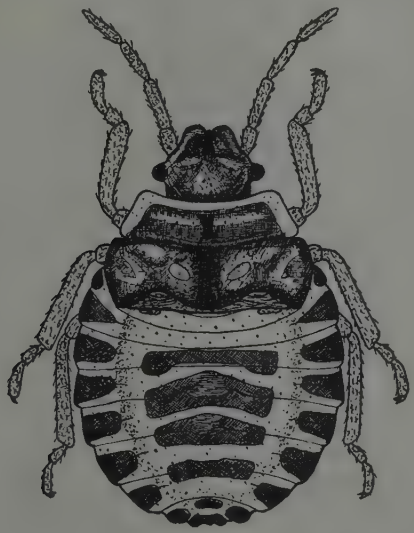


FIG. 85. — Premier stade nymphal d'*E. ventralis* femelle.

céphalique, entièrement noire, se relève fortement sur le bord antérieur jusqu'au niveau des yeux. Les deux processus frontaux sont bien séparés l'un de l'autre ; cet intervalle permet d'apercevoir la partie dorsale de l'*anteclypeus* ; les yeux sont noirs et très saillants, les antennes noires. La face ventrale de la tête est noire ainsi que le labium et le labre ; l'*anteclypeus* est verdâtre ; l'extrémité du rostre atteint les deuxièmes hanches.

Le pronotum est nettement trapézique et à angles faiblement arrondis ; il présente une large bordure antérieure et latérale jaunâtre. Le mesonotum, légèrement plus large que le pronotum, est entièrement noir brillant à l'exception de deux petites taches jaunâtres un peu plus visibles que chez les larves au troisième stade. La région centrale est parsemée de petites dépressions alors

que la surface de l'aire latérale est relativement lisse ; il existe à ce niveau un fort sillon en direction des angles antérieurs. La bordure postérieure du mésonotum revêt vaguement la forme d'un accent circonflexe ; l'extrémité des fourreaux alaires, courts et larges, atteint le bord postérieur du deuxième urotergite. Le metanotum est recouvert en partie par le mesonotum. La partie ventrale du thorax offre les mêmes caractères que ceux de la larve au troisième stade.

L'abdomen présente dorsalement de larges taches noires axiales et des taches marginales subrectangulaires ; les taches axiales sont relativement plus longues chez les larves mâles que chez les larves femelles. Le deuxième urotergite porte deux taches noires caractéristiques fréquemment adossées à la marge postérieure du thorax. Ventralement, l'abdomen est de couleur jaune clair parsemé de taches noires axiales et latérales.

Cinquième stade larvaire ou deuxième stade nymphal (fig. 86). — Longueur moyenne du corps de la nymphe mâle : 7 mm, de la nymphe femelle : 9-10 mm. La capsule céphalique, entièrement noire, présente un rebord marginal antérieur accusé et, dans sa région axiale, une forte dépression en V renversé ; il existe parfois de petites traînées orangées ; les yeux et les antennes sont noirs. Le rostre est noir, l'*anteclypeus* vert noirâtre, les processus frontaux noirs avec une étroite bande jaune clair dans la région bordant l'*anteclypeus*. La zone bordant l'insertion du rostre ainsi que celle qui entoure le tubercule antennaire sont jaune clair ; l'extrémité du rostre arrive à la hauteur des deuxièmes hanches.

Le pronotum est bordé de jaune avec une large zone noire de forme trapézique ; il existe une assez profonde dépression au 1/3 postérieur et un sillon peu accusé à la limite antérieure de la tache ; on observe parfois en outre deux petites alvéoles. Le mesonotum recouvre presqu'entièrement le metanotum ; il est noir, à surface tourmentée avec deux petites taches ovalaires jaune orangé. La face ventrale du thorax est jaune clair, les hanches jaunes et noires, les épisternes et les épimères sont jaunâtres ; sur chaque segment s'étend une large bande noirâtre et au centre jaune, ébauche des dessins caractéristiques de la sous-variété *pectoralis*. Les jambes ont les hanches ainsi qu'un peu moins de la moitié basale des fémurs jaune clair ; tout le reste de la patte est noir et densément velu à l'exception des régions articulaires qui sont jaunâtres.

L'abdomen est jaune clair sur ses faces dorsale et ventrale ; il présente dans la région dorsale des taches noires marginales et axiales d'importance inégale ; sur la face ventrale, il existe également de petites taches marginales sur tous les segments et des taches axiales sur les segments IV à VIII.

Remarque : On trouve parfois des larves au cinquième stade présentant quelques caractères particuliers : présence d'un V, de couleur jaune, sur la tête et, en avant des yeux, petite ligne jaune transversale au milieu du pronotum, tache ovalaire jaune orangé plus grande que dans le type normal, bande jaune

marginale partant de la suture du pronotum et du mésonotum et s'étendant sur les 2/3 de la longueur du fourreau alaire.

Sur la face ventrale, les bandes noirâtres à centre jaune signalées sur chaque segment thoracique sont réduites à un fin liseré noir ; les hanches sont presque entièrement jaunes et les fémurs présentent seulement une tache noire en forme d'U sur le tiers distal. Ces larves se transforment en adultes de la variété *pectoralis* ne différant en rien de celles provenant de larves normales.

FIG. 86. — Deuxième stade nymphal d'*E. ventralis* femelle.

Glandes répugnatoires. — Les glandes appartenant à divers Hétéroptères ont été étudiées par GULDE (1902) et HENRICI (1938). Ce dernier auteur a décrit la structure histologique des glandes de plusieurs Pentatomides : *Carpocoris pudicus, Palomena prasina, Dolichoris baccarum.* Ce sont de simples invaginations hypodermiques sans forme bien définie qui débouchent à l'extérieur par une paire d'ostioles. Le nombre primitif est de trois paires d'ouvertures situées à la partie antérieure des tergites IV, V, VI. C'est ce que l'on observe chez

E. ventralis ainsi que chez la plupart des Pentatomides, Pyrrhocorides, Nabides, Cimicides et Lygaeides. Chez d'autres Hétéroptères, le nombre de glandes peut n'être que de deux paires (Berytides, Phymatides, Tingides) ou d'une paire (Saldides et Capsides).

Le travail d'HENRICI a montré que la structure histologique des glandes des Pentatomides est d'une remarquable homogénéité ; celles d'*E. ventralis* ne présentent rien de particulier. Je me bornerai donc à décrire les caractères externes des glandes d'*E. ventralis* en comparaison avec celles de deux espèces voisines.

Raphigaster griseus : La première glande de la larve au cinquième stade, située entre le III^e^ et le IV^e^ segments visibles, est réduite à un mince bourrelet à surface plissée présentant une petite dénivellation dans sa région centrale. La seconde placée entre le IV^e^ et le V^e^ segments, et la troisième, localisée entre le V^e^ et le VI^e^ segments sont de format sensiblement identique.

La glande odorifère débouche par une large ouverture oblique (fig. 87) qui

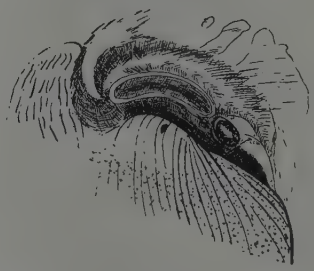


FIG. 87. — *Raphigaster griseus*. Femelle au deuxième stade nymphal. Orifice de sortie de la deuxième glande odorifère dorsale.

fait saillie à la surface dorsale de l'abdomen. Le contenu de la glande est projeté dans une gouttière légèrement courbe dont les bords sont surélevés ; il existe un petit couloir transversal entre l'orifice du canal et la gouttière. La partie extérieure de cette dernière est doublée, sur sa moitié distale, d'une autre gouttière plus large limitée intérieurement par le bout du premier sillon et, extérieurement, par une saillie dont le sommet est situé à l'extrémité du sillon et qui s'épanouit du côté marginal. Ce dispositif semble avoir pour rôle d'augmenter la surface de dispersion de la sécrétion. L'ensemble de l'organe est d'un noir mat à brillant sauf sur la protubérance limitant l'ensemble qui est d'un blanc nacré.

L'appareil répugnatoire de la larve au troisième stade est entièrement comparable à celui du cinquième stade.

Palomena prasina : La larve au cinquième stade a la première glande (fig. 88) réduite à un mince bourrelet de teinte vert noirâtre avec une petite dénivellation au centre ; les orifices de la glande sont à peine visibles ; ils sont

situés au centre d'un faible épaississement. La seconde et la troisième ont la forme de sacs allongés transversalement de couleur jaune orangé ; la troisième est un peu plus volumineuse que la seconde.

Les seconde et troisième glandes possèdent des lobes latéraux qui s'insèrent dans l'orifice évacuateur par l'intermédiaire d'un petit anneau. La sécrétion s'écoule par une large ouverture oblique débouchant dans une gouttière incurvée. A l'extrémité de la gouttière se trouve le point de départ d'une seconde gouttière qui double la première et qui présente de grandes similitudes avec ce qui a été décrit chez *Raphigaster griseus*. L'ensemble est de couleur vert pomme, comme le reste du corps, sauf les bords de la gouttière et les bords du canal d'écoulement qui ont une couleur brune à noire. Les larves de *Palomena prasina*

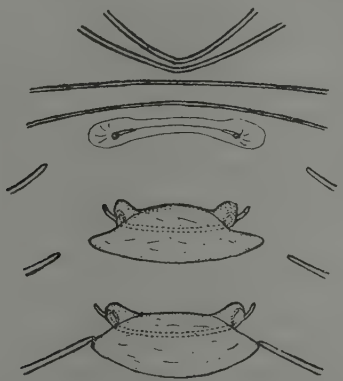


FIG. 88. — *Palomena prasina*. Femelle au deuxième stade nymphal. Vue intérieure montrant les trois glandes larvaires.

à un stade plus jeune présentent les mêmes caractéristiques que celles au cinquième stade ; on observe simplement une pigmentation noire sur le pourtour des glandes répugnatoires qui est d'autant plus accusée que l'animal est plus jeune. Il existe au deuxième stade une large bande noire dorsale dont la surface et la coloration diminuent au troisième stade pour devenir presque nulles au cinquième stade.

Les glandes de *Palomena prasina* ne présentent pas une structure homogène ; il existe une bande hyaline transparente disposée parallèlement au grand axe de celle-ci.

Eurydema ventralis : Larve au cinquième stade (fig. 89-90). La première glande répugnatoire, qui était très réduite chez la larve de *Palomena prasina*, a ici à peu près complètement disparu. Il subsiste deux petites masses d'un vert jaunâtre dont la structure rappelle quelque peu un tissu adipeux ; ces glandes semblent ne plus avoir aucune fonction. Les orifices d'excrétion de cette première glande sont constitués par deux fentes extrêmement étroites s'évasant légèrement à l'extrémité marginale. (fig. 89 *a*).

La seconde et la troisième glandes répugnatoires sont identiques ; ce sont de petites outres à paroi très mince, de teinte orangée, formant un pli dans la région médiane. Toute la paroi de la glande a une structure homogène. Cette membrane n'est pas dissoute par une solution chaude de potasse caustique à 10 %. Les glandes sont fixées par la base sur une étroite languette rectiligne disposée entre les deux orifices excréteurs correspondants ; chaque glande repose donc sur la face interne du tergite antérieur aux orifices.

Les productions des glandes répugnatoires débouchent par deux orifices

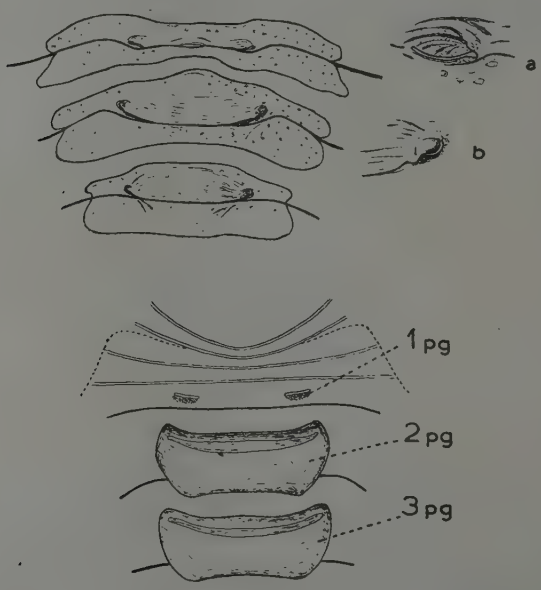


FIG. 89 — 90. — *E. ventralis*. Femelle au deuxième stade nymphal. Vue dorsale (en haut) et vue intérieure.

de très petit diamètre. La sécrétion est projetée dans une gouttière très étroite à bords épaissis et légèrement surélevés qui amorce un début de spirale autour d'une petite protubérance (fig. 89 *b*). La gouttière ne s'élargit pas à son extrémité.

Les glandes répugnatoires des larves aux premier, deuxième, troisième et quatrième stades sont relativement plus développées qu'elles ne le sont chez la larve au cinquième stade, et d'autant plus que la larve est plus jeune ; la conformation générale est la même pour tous les stades.

III. — BIOLOGIE

A. — APPARITION DES ADULTES HIBERNANTS

Dans la région lyonnaise, on peut trouver, à partir du début de mars, quelques punaises dissimulées entre les feuilles de choux ou plus fréquemment placées à l'intérieur des « pommes » de choux de Bruxelles. Ces insectes restent engourdis par le froid durant la nuit et une grande partie de la journée ; lorsque la température est élevée, ils quittent parfois leur retraite et circulent lentement sur la plante-hôte. Cependant la grande majorité des punaises est, à cette époque, encore terrée dans les anfractuosités du sol où elles restent complètement immobiles. A Lyon, la sortie massive des punaises a lieu en général durant la première décade d'avril et s'échelonne sur une période de 8 à 10 jours. En 1939, les hibernants n'apparurent en grand nombre que le 10 avril. A Versailles, des punaises hibernantes commencent à apparaître le 22 mars 1945, mais elles ne circulent activement qu'à partir des 8 et 9 avril. Il convient de remarquer que le printemps a été très chaud et, qu'en année normale, l'apparition des punaises doit se faire à une époque plus tardive dans la région parisienne. A Bordeaux, d'après M. COUTURIER, les punaises sont apparues le 25 mars 1945.

Les insectes piquent les feuilles de diverses Crucifères dès leur sortie. L'hibernation a réduit considérablement leurs réserves graisseuses ; les femelles possèdent cependant de petits amas adipeux répartis dans tout l'abdomen. L'appareil génital est très peu développé : les ovarioles sont formées mais ne présentent pas d'œufs ; pour que ceux-ci se forment il est indispensable que la femelle se nourrisse suffisamment.

Presque toutes les punaises sont de couleur rouge foncé et les mâles sont sensiblement aussi nombreux que les femelles ; au début de la saison, elles se tiennent en général à l'intérieur des choux et souvent entre deux feuilles appliquées étroitement l'une sur l'autre, de telle sorte qu'on les voit très difficilement, même en entr'ouvrant le feuillage.

Dès leur apparition, les punaises manifestent un phototropisme négatif assez net, qui domine la recherche de la chaleur. A Lyon, dans la première quinzaine d'avril, la température ne dépasse pas 10 à 12° durant la journée bien que le ciel soit sans nuage ; dans les cultures très infestées par *E. ventralis*, on aperçoit très peu de punaises ; presque toutes se tiennent sous les feuilles, souvent en groupes de 3 à 10 individus.

J'ai poursuivi mes observations à Versailles au cours de l'hiver 1944-45 et du printemps suivant. 20 couples étaient dispersés dans une cage parallélépipédique, renfermant un pied de Chou, formée par des montants de bois sur lesquels était cloué un grillage à mailles assez larges. 3 insectes s'abritèrent

dans le sol, mais les 17 autres gagnèrent le sommet de la cage et s'abritèrent dans les espaces existant entre les lattes.

Les 7 février, 8 et 19 mars, à 11 heures, alors que le soleil était très vif et la température relativement chaude, j'ai fait tomber les insectes sur le sol ; ceux-ci se sont déplacés immédiatement ; en moins de 4 heures, toutes les punaises avaient regagné leurs anciens emplacements ; aucune n'est restée sur le Chou ou ne s'est réfugiée dans le sol et sous les pierres.

Ce comportement persiste, même quand les insectes commencent à circuler sur les plantes ; les insectes se déplacent dans le cours de la journée puis regagnent le haut de la cage à partir de 16-17 h.

Afin de voir le degré de sensibilité à la lumière que présentent les punaises hibernantes, je place le 4 et le 5 décembre 15 couples d'*E. ventralis* élevés en plein air, et qui se sont groupées, comme les précédents, au sommet de la cage, dans un large tube de verre long de 1 m sur lequel avaient été collées de place en place des bandes de papier noir et blanc. La température moyenne pendant la durée des expériences est de 13°.

Tous les insectes sont mis à une extrémité du tube qui n'est pas obscurcie. Au bout de 1 h 30, 16 punaises ont gagné les régions où se trouvent les papiers noirs, 10, celles situées sous les papiers blancs. Une heure plus tard, 19 punaises se tiennent sous le papier noir, 11 sous le papier blanc. Ces essais répétés plusieurs fois ont abouti aux mêmes résultats.

Je répète l'expérience les 8 et 9 février avec les mêmes insectes qui avaient été remis dans la cage en plein air. Les résultats sont quelque peu différents des précédents. 1 h 30 après le début de l'expérience 10 punaises se trouvent sous le papier noir, 10 sous le papier blanc. Au bout de 2 h 30, 12 punaises sont immobiles sous la partie la plus sombre, 11 sous le papier blanc. 24 heures plus tard, tous les insectes sont dans les zones obscurcies, 16 sous le papier noir, 14 sous le papier blanc.

Dans les deux séries d'expériences, les insectes circulent activement dans le tube dès qu'ils y sont placés, puis la plupart d'entre eux s'arrêtent quand ils passent dans les régions obscurcies ; quelques-uns reprennent leur course, les autres s'immobilisent et dès lors ne circuleront plus jusqu'à la fin de l'essai. Je n'ai pas constaté de différences de sensibilité entre les deux sexes.

Le phototropisme négatif persiste, même quand les insectes commencent à circuler sur les plantes ; au début du mois d'avril, les punaises se déplacent dans le courant de la journée puis regagnent le haut de la cage à partir de 16 heures mais il s'atténue rapidement et parallèlement à l'évolution des gonades pour faire place à un phototropisme positif sensiblement au moment de l'accouplement.

E. ventralis, comme la plupart des Hétéroptères du genre *Eurydema*, est essentiellement un parasite des Crucifères. Il est particulièrement nuisible aux cultures de Choux de Bruxelles, de Choux verts et de Navets. En U. R. S. S., il est fréquemment considéré comme un ravageur redoutable des Choux

(région de Sochi), des Moutardes et des Navets (région de Léningrad), des Radis et des Crucifères sauvages. En Italie (environs de Bologne), les Choux constituent la plante-hôte de prédilection (SERVADEI, 1935).

Selon d'autres auteurs (FRANK 1913, HESSE 1917, RUSCHKAMP 1926, RAPP 1935), cette Punaise pourrait vivre aux dépens de nombreuses plantes appartenant à d'autres familles que les Crucifères. LENGERKEN (1930) la signale sur des Crucifères sauvages et cultivées et en particulier sur les Moutardes, les Choux, les Radis, le Colza, ainsi que sur la Salade, l'Asperge, les Graminées des prairies, les Céréales, les *Calluna*. Au Portugal et en Russie, cette espèce se serait montrée nuisible aux Pommes de terre. Le fait de trouver des insectes sur diverses plantes ne veut pas dire que celles-ci sont susceptibles d'assurer leur développement. Dans les conditions normales, seules les Crucifères permettent la croissance et la reproduction d'*E. ventralis*.

Dans la région lyonnaise ce sont les Choux-fleurs, les Choux de Bruxelles, et ensuite, les Choux verts et les Choux rouges, qui ont le plus à souffrir de l'attaque de ce parasite. Les lésions provoquées sont très facilement reconnaissables ; ce sont de petites taches blanchâtres d'un diamètre variant de 1 à 4 mm, réparties sur toute la surface des feuilles mais disposées en plus grande abondance sur le pourtour du limbe. La piqûre a un aspect étoilé lorsqu'elle est récente. L'insecte perfore avec ses stylets les cellules voisines du point de ponction et suce le mélange constitué par sa salive et les chloroplastes des cellules blessées ; la disparition de chloroplastes se traduit par l'aspect argenté que prennent les piqûres (1).

Les dégâts occasionnés par quelques Punaises sur des plantes âgées sont le plus souvent insignifiants. Il n'en est pas de même en cas de pullulation ou lorsque les plantes attaquées sont très jeunes ; le développement des Crucifères est complètement arrêté par suite de la destruction d'un grand nombre de cellules ; les plantes végètent et finissent par se dessécher. Les temps secs et chauds augmentent la mortalité des plantes en diminuant la résistance de ces dernières et en provoquant une grande activité de l'animal. Les jeunes Choux attaqués par un grand nombre de punaises périclitent et meurent en quelques semaines.

Au printemps, les punaises hibernantes se portent de préférence sur les fleurs des Crucifères puis sur les fruits. Les siliques piquées se déforment puis se dessèchent et le rendement en graines peut être fortement réduit. Au fur et à mesure que les siliques parviennent à maturité, les punaises quittent les hampes florales et gagnent les feuilles des Choux ayant passé l'hiver ainsi que celles des jeunes pieds.

J'ai remarqué, au début de l'année 1938, dans une parcelle portant des Choux-fleurs et des Choux verts en mélange, que les Choux-fleurs étaient seuls

(1) *E. ornata* attaque les mêmes plantes que la Punaise ornée du Chou avec laquelle elle est fréquemment mélangée ; cette espèce semble cependant manifester une polyphagie beaucoup plus étendue. Je l'ai trouvée en abondance sur diverses Crucifères et en particulier sur *Hutchinsonia sp.* MORRIS (1927) la signale comme nuisible aux Céréales et à la Pomme de terre dans l'Ile de Chypre. D'après SITOWSKI (1925) les adultes de la var. *decorata* ainsi qu'*E. oleracea* détruisent en Pologne les œufs de *Lophyrus pini* L. et de *L. sertifer* GEOFF.

parasités alors que les Choux verts étaient totalement dédaignés ; cela peut être dû à un choix alimentaire et peut-être aussi au fait que le feuillage du Chou-fleur est plus serré et protège mieux les Insectes des intempéries ; les Crucifères sauvages étaient abondantes dans la plantation mais n'hébergeaient qu'un nombre très restreint d'individus. Les feuilles de Choux-fleurs étaient criblées de piqûres et décolorées ; les feuilles les plus internes présentaient en outre de grandes zones décolorées blanchâtres s'étendant jusqu'à la nervure centrale.

J'ai observé en juin 1947, dans un jardin de Bordeaux que les punaises suçaient exclusivement les feuilles des Navets bien qu'une importante plantation de Choux se trouvât à moins de 5 m de là ; les Insectes ne se sont portés sur cette plantation qu'un mois plus tard.

La Punaise ornée est également un parasite grave des Crucifères oléagineuses. MAGERSTEIN (1938) signale une forte invasion en Tchécoslovaquie en 1937 qui a réduit le rendement du Colza de 25 à 30 %. D'après cet auteur, les adultes hibernants se portent d'abord sur les Crucifères sauvages en fleurs ; ils délaissent les espèces velues et ayant un goût prononcé. Quand la floraison de ces plantes se termine, les Punaises migrent sur le Colza : elles vont d'abord sur les fleurs, puis sur les jeunes siliques sur lesquelles elles déposent leurs pontes.

E. ventralis n'existe pas aux environs de Versailles ; il a été procédé à des lâchers de punaises récoltées à Bordeaux ou à Lyon et je n'ai pas noté de dégâts importants. Cependant pendant les mois de mai et juin, les adultes et les larves ont recherché avidement les Colzas, les Navettes en fleurs et les Moutardes ; ils ont été moins nombreux sur les fleurs de Radis. Les insectes à tous les stades ont piqué les pédoncules des fleurs, les jeunes siliques, et en ont provoqué le jaunissement et le dessèchement ; ils ont été nombreux aussi sur les folioles des hampes florales ; durant toute cette période, des Choux qui se trouvaient à côté des Colzas, Navettes et Moutardes ont été faiblement attaqués.

Il résulte des nombreuses observations que j'ai faites en différentes régions qu'il n'est pas possible d'établir une échelle d'appétence des punaises pour les diverses plantes-hôtes ; telle plante qui est préférée à une autre dans un terrain donné est plus ou moins dédaignée en un autre endroit : le micro-climat semble jouer en l'occurrence un rôle prépondérant.

La résistance à la famine des punaises hibernantes est considérable ; j'ai conservé dans une pièce froide (température + 6 à + 15°) une Punaise récoltée en novembre, qui a été légèrement alimentée au début de décembre puis placée dans une boîte de Pétri renfermant un buvard maintenu humide ; l'animal n'est mort que le 10 juin, soit au bout de 6 mois d'un jeûne absolu ; la dissection a montré que l'Insecte était complètement dépourvu de réserves graisseuses ; les organes génitaux n'étaient pas développés.

Les punaises récemment sorties de terre se déplacent peu ; elles volent rarement et effectuent des déplacements très brefs, de l'ordre de quelques mètres. Elles manifestent cependant, dès cette époque, des exigences très nettes

quant au lieu de leur habitat ; c'est ainsi que je n'ai jamais pu maintenir des punaises ornées sur des Choux plantés dans le jardin de la Station de Saint-Genis-Laval malgré plusieurs apports de 20 à 50 individus alors qu'à moins de 500 m de là des Choux étaient ravagés, bien qu'ils fussent placés dans des conditions de milieu paraissant analogues en tous points (exposition, variété, jardin clos de murs, etc...).

B. — ACCOUPLEMENT

Les premiers accouplements se produisent en général 5 à 12 jours après le réveil des punaises.

Pour préparer la femelle à l'accouplement, le mâle se place sur le dos de sa compagne, frotte ses antennes largement écartées contre celles de cette dernière qu'il maintient à l'intérieur des siennes ; la femelle agite légèrement ses antennes de bas en haut. En même temps le mâle fait glisser alternativement ses pattes sur le thorax, les élytres et le connexivum de la femelle ; ces opérations ne durent que quelques minutes puis le mâle pivote rapidement de 200 G et place sa région postérieure contre celle de la femelle ; il arrive que la femelle se déplace, refuse l'accouplement et repousse énergiquement le mâle avec ses pattes moyennes et postérieures.

L'accouplement peut durer très longtemps ; en élevage, j'ai noté un accouplement d'une durée de 80 heures à une température moyenne de 12-13°, et chez un autre couple élevé à une température de 23-25° une pariade qui ne s'est

1er accouplement	11 avril	durée totale	28 h
2e »	13 »	» »	26 h
3e »	14 »	» »	17 h 30
4e »	16 »	» »	3 h
5e »	18 »	» »	17 h
1ère *ponte*	20 »	» »	
6e accouplement	20 »	» »	18 h
2, 3, 4e *pontes*	20 et 21 »		
7e accouplement	22 »	» »	2 h
8e »	23 »	» »	7 h
5e *ponte*	25 »		
6e *ponte*	26 »		
9e accouplement	26 »	» »	8 h
7e *ponte*	27 »		
10e accouplement	30 »	» »	10 h
8e *ponte*	2 mai	» »	
11e accouplement	4 »	» »	15 h
12e »	6 »	» »	14 h
9e *ponte*	8 »		
13e accouplement	17 »	» »	8 h
10e *ponte*	18 »		
11e »	20 »		
12e »	23 »		
13e »	26 »		
14e »	29 »		
15e »	11 juin		

terminée qu'au bout de 108 heures. Durant ce temps le couple se promène assez activement : la femelle, plus volumineuse, entraîne généralement le mâle qui marche à reculons. Les deux insectes se nourrissent pendant toute la durée du

coït. L'accouplement peut donc se répéter sans nuire à l'alimentation des insectes : aussi les accouplements se renouvellent-ils souvent à quelques heures d'intervalle.

Les observations faites sur un couple élevé à la température de 28° ont donné les résultats suivants (voir page 217).

Il est à remarquer que le premier accouplement est généralement plus long que les suivants.

L'époque de la première pariade est faiblement influencée par le froid ou l'absence d'insolation. En 1938, le maximum des accouplements s'est produit du 18 au 22 avril, période durant laquelle la température moyenne ne dépassait pas 8 à 10° et où la température nocturne est tombée à — 1°.

Durant toute la période du premier accouplement les insectes se tiennent de préférence à la base du Chou et entre les feuilles ; même lorsque le soleil est chaud, ils ne se montrent pas et ne gagnent pas les parties les plus éclairées ainsi qu'ils le feront par la suite ; ils continuent à piquer les Crucifères et s'abritent sous les fructifications de ces plantes ; ce comportement rend la lutte très difficile à cette époque. Ce phototropisme négatif, très accusé au début de la période d'accouplement, régresse peu à peu pour faire place à un phototropisme positif qui s'affirme dès la première ponte.

La fréquence des accouplements qui se produisent par la suite est par contre assez étroitement liée aux conditions atmosphériques. Une période froide et surtout pluvieuse en provoque l'arrêt à peu près complet, mais les insectes qui sont accouplés ne se séparent pas. Dès que le beau temps survient, presque tous les insectes s'accouplent ; c'est ce qui s'est produit le 2 mai 1945 à la suite d'un brusque refroidissement de l'atmosphère qui a provoqué une légère chute de neige.

L'accouplement et la fécondité de la femelle

Dans les conditions normales d'existence la première ponte est toujours précédée d'un ou de plusieurs accouplements ; en règle générale elle ne se produit qu'après une moyenne de trois coïts dont la durée totale est de 60 à 130 heures. On peut se demander si un seul accouplement réalisé avant la première ponte ne suffit pas à assurer la fécondation des pontes ultérieures.

Couturier (1938) a constaté chez un Hétéroptère, *Podisus maculiventris* Say que la femelle conserve après un seul accouplement un nombre suffisant de spermatozoïdes pour féconder 456 œufs ; les derniers œufs, pondus 33 jours après l'accouplement, étaient tous féconds.

J'ai observé des phénomènes analogues chez la Punaise ornée du Chou. Chez un des couples mis en observation et élevés à une température moyenne de 23°, le premier accouplement est observé les 28 et 29 avril, le mâle est retiré le 30 avril. La femelle est restée vivante jusqu'au 11 juillet ; durant ce temps elle a produit 19 pontes, fécondes en totalité ou en partie, les 3, 5, 9, 13, 18, 22, 24,

28, 30 mai, les 1, 2, 4, 5, 8, 16, 19, 26 juin, le 3 et le 8 juillet. Il est à noter que les œufs émis le 3 mai avaient une teinte grisâtre anormale ; par contre les 18 autres pontes ne présentaient rien de particulier. Un seul coït a donc suffi dans ce cas pour assurer la fécondation de 228 œufs, et donner des spermatozoïdes qui ont survécu pendant 39 jours. Un autre point à retenir est que l'absence d'accouplement ne diminue pas le potentiel de ponte.

Les femelles vierges peuvent donner des pontes d'aspect normal mais les œufs sont fréquemment de couleur plus claire que ceux des pontes fertiles. Une femelle élevée à 33° a donné 10 pontes de 12 œufs en 22 jours. L'accouplement n'est donc pas indispensable pour le déclenchement de la première ponte.

C. — PONTE

En plein air, la ponte commence 20 à 35 jours après la sortie des premiers adultes. En 1938, à Lyon, les premiers adultes apparurent le 1er avril et s'accouplèrent à partir du 8 avril. La première ponte ne fut observée que le 2 mai, la température moyenne ayant oscillé entre 10 et 12° durant la semaine du 19 au 26 avril avec des minima de — 4°. Dans la région parisienne, le premier accouplement est observé le 17 avril 1945 et la première ponte le 21 avril, soit 29 jours après l'apparition des premiers adultes et 13 jours après la sortie générale. La période froide survenue entre le 22 avril et le 5 mai (minimum — 1°, 6 maximum 20°) retarde beaucoup la multiplication de l'espèce ; la ponte est à peu près suspendue pendant cette époque. Elle ne reprend normalement que lorsque la température s'élève. Du 28 avril au 4 mai la température moyenne a oscillé de 5°7 à 8°8 ; le 5 mai, elle s'élève à 10°8 et le 6 à 16°6 ; le 6 mai, les pontes qui avaient à peu près totalement cessé depuis le 22 avril, sont très nombreuses. Ces quelques observations montrent que le froid peut retarder d'une manière sensible le déclenchement de la ponte et que cette action se fait sentir même dans le cas où plusieurs pontes ont déjà eu lieu.

La ponte a lieu à toute heure de la journée avec cependant une préférence assez marquée pour la période la plus chaude (12 à 14 h). Les œufs sont déposés principalement à la face inférieure du limbe et l'ooplaque est presque toujours verticale ou faiblement oblique ; on trouve également des pontes sur les nervures secondaires ou à leur proximité immédiate, sur le pétiole des jeunes feuilles ou sur le bord du limbe, sur les pédoncules floraux et les siliques.

La recherche de la partie inférieure des feuilles en vue de la ponte semble être en liaison avec la surface irrégulière de cette région, ainsi que le montrent les observations faites sur des élevages. Ceux-ci sont réalisés, soit dans des verres de lampe Pigeon à l'intérieur desquels on dispose un ruban de mousseline, soit dans des cages parallélépipédiques constituées par des liteaux de bois non rabotés et grillagés sur 3 faces latérales et la partie supérieure, la porte étant constituée par une vitre.

Dans les verres de lampe, la ponte a lieu le plus souvent sur la mousseline, quelquefois sur la feuille de Chou, exceptionnellement sur le verre. Dans les grandes cages, les œufs se trouvent rarement sur les feuilles ; la plupart sont déposés sur la toile grillagée, surtout sur celle qui forme le haut de la cage, les autres sur la surface rugueuse des montants.

Il est difficile d'indiquer les raisons précises de ce choix : il se peut que l'Insecte préfère déposer ses œufs sur une surface irrégulière que les soies sensorielles disposées sur les pièces génitales lui permettent d'apprécier. Il est plus vraisemblable que les légères aspérités lui permettent de se cramponner plus solidement au substratum pendant la ponte.

Les élevages réalisés au laboratoire ont permis de constater qu'une élévation de température accélère le déclenchement de la ponte : c'est ainsi que 2 lots de 10 punaises ramassées le 19 avril et élevées à des températures de 14 et 20° pondirent respectivement le premier, les 25 et 26 avril, et le second les 21 et 22 avril.

Avant de pondre, la femelle se promène lentement sur l'emplacement choisi en agitant les antennes puis elle s'immobilise, la tête étant légèrement redressée et l'orifice génital à environ 1 mm de l'épiderme de la feuille. Puis l'Insecte expulse un peu de liquide jaunâtre, émis par la glande sébifique, qui assurera le maintien de l'œuf sur la feuille et dépose ensuite l'œuf en 3 à 4 secondes. Le premier œuf est maintenu perpendiculaire au support à l'aide des pattes arrière jusqu'à ce que la substance adhésive sèche ; l'insecte effectue alors un léger déplacement vers la gauche en étirant l'une après l'autre les pattes gauches dans cette direction. Ce mouvement est suivi de la translation oblique du corps ; il en résulte que l'orifice génital est déporté vers la gauche et un peu en avant de sa position antérieure. Un deuxième œuf pondu dans les mêmes conditions vient s'appuyer sur le premier œuf. Pour l'émission du troisième œuf il se produit un déplacement oblique du corps vers la droite, suivant un processus analogue au précédent. Les autres œufs sont pondus de la même manière et la ponte présente finalement deux rangées rectilignes de 6 œufs disposés en quinconce.

Les efforts exercés par la femelle pour l'émission de l'œuf se traduisent par un tremblement du corps, les pattes restant immobiles. Il arrive parfois qu'un œuf tombe un peu à l'écart des œufs déjà en place ; à l'aide du tarse arrière correspondant à la rangée de la ponte, l'Insecte applique l'œuf contre le groupe formé.

La ponte se fait d'une manière ininterrompue ; une fois celle-ci terminée la femelle reste immobile pendant 20 à 25 minutes à l'emplacement qu'elle occupait lors de l'émission du dernier œuf ; ou bien elle recule légèrement et amène l'abdomen au-dessus des œufs. Une fois reposé, l'Insecte se déplace lentement et ne se soucie plus désormais de sa ponte.

Nous avons vu que l'œuf présente une pigmentation irrégulière avec une petite tache noire au centre d'un grand cercle blanc. Au moment de son expul-

sion, l'œuf a une couleur d'un jaune laiteux et est très mou ; il durcit en quelques secondes puis la pigmentation apparaît progressivement. Au bout de 40 secondes, le petit point noir commence à apparaître sous forme d'une petite tache d'un gris très pâle ; 20 à 30 secondes plus tard, les cercles noirs supérieur et inférieur deviennent visibles ; il faut en moyenne 2'30" pour que l'œuf prenne sa couleur normale. Il est à noter que les points noirs sont rigoureusement placés sur la face externe de l'œuf, soit à sa gauche, soit à sa droite.

La ponte a lieu de préférence sur les siliques des choux ainsi que sur les feuilles, rarement sur d'autres plantes.

Anomalies de ponte

Une ponte comprend normalement 12 œufs, ce qui constitue une exception parmi les Pentatomides. La plupart des membres de cette famille possèdent en effet 2 ovaires ayant chacun 7 gaines ovariques ; *E. ventralis*, comme d'ailleurs *E. oleracea* ne présente que 6 gaines par ovaire.

On trouve parfois des pontes ne comprenant que 9 ou 10 œufs ; cela tient à ce que la femelle a été dérangée au moment de la ponte ; les œufs restants sont émis peu de temps après et souvent posés isolément. Il peut également être observé des pontes de 14 à 15 œufs régulièrement disposés sur deux rangées ; cette prolificité anormale n'est pas due à une activité spéciale de 2 ou 3 gaines ovariques mais plus simplement au fait que la ponte précédente ne comprenait que 9 ou 10 œufs ; ceci se produit surtout lors des deux premières pontes qui se succèdent généralement à quelques heures d'intervalle.

J'ai noté, à plusieurs reprises, des pontes dont les œufs sont déposés irrégulièrement en quinconce ou sont couchés sur la feuille ; cette anomalie paraît due à une absence de réflexe de la femelle lors du dépôt de l'œuf, celle-ci n'ayant pas guidé et maintenu l'œuf à l'aide de ses tarses arrière.

Certaines femelles produisent des œufs à pigmentation déficiente ou nulle sur tout ou partie du chorion. Cette décoloration peut porter sur un ou plusieurs œufs répartis au hasard dans l'ensemble de la ponte ou sur toute la ponte (fig. 91). Les œufs partiellement ou totalement décolorés sont moins fertiles que les œufs pigmentés. En moyenne la proportion d'œufs féconds oscille autour de 90 % pour les élevages de plein air. La première ponte est fréquemment stérile.

A. Couturier (1938) opérant avec *Podisus maculiventris* Say a constaté que les œufs, qui ont une couleur blanc jaunâtre quand ils sont émis à la lumière du jour, prennent une teinte grisâtre à noirâtre, quand ils sont pondus à l'abscurité. J'ai recherché si la Punaise ornée du Chou présentait la même sensibilité à la lumière que *Podisus*.

Dans ce but, plusieurs couples sont élevés à l'obscurité à une température constante de 25°. Deux couples sont des hibernants qui ont été placés à l'obscurité le 13 juin. Les accouplements se produisent normalement et 6 pontes sont

obtenues ; 4 d'entre elles présentent une pigmentation normale ; une a un œuf blanc et 11 œufs normaux ; enfin la dernière ponte produite par un des couples est entièrement décolorée. Les deux couples meurent en moins de 15 jours. Les pontes obtenues sont élevées à l'obscurité ; la durée de l'incubation est normale, les larves subissent la première mue, quelques-unes la seconde, mais meurent quelques jours plus tard.

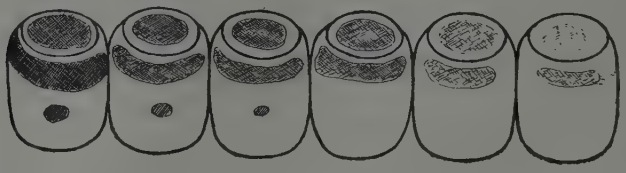


FIG. 91. — Ponte à pigmentation anormale de femelle vierge.

Un nouvel essai est fait le 4 juillet avec 5 jeunes couples de la première génération ; 20 jours plus tard, 2 couples sont morts ; les 3 autres couples donnent quelques pontes, la première de l'un d'entre eux n'est pas pigmentée et stérile ; les autres sont normales et fertiles. Il semble donc que l'obscurité n'exerce aucune action sur la pigmentation de la ponte d'*E. ventralis*.

Fécondité et longévité des adultes hibernants

D'après SACHAROV, les femelles d'*E. ventralis* ne pondent que 7 groupes d'œufs composés chacun de 12 éléments soit un total de 84 œufs. Il résulte de mes observations que la fécondité des adultes hibernants est plus importante que ne le mentionne SACHAROV ; nous verrons plus loin que la fécondité des adultes de la première génération est au contraire plus faible.

Afin de déterminer le nombre moyen de pontes que peuvent produire les femelles hibernantes, j'ai fait de nombreux élevages de punaises en plein air et au laboratiore. En éliminant les femelles mortes prématurément ou accidentellement, on constate que la fécondité moyenne est de 8 à 9 pontes de 12 œufs soit un total de 96 à 108 œufs. Si l'on tient compte de la mortalité normale des femelles, cette fécondité moyenne descend pour la région lyonnaise à 5,8 pontes soit 70 œufs.

Sur la figure 92 (D), il a été mentionné en abscisses le nombre de jours après la première ponte et en ordonnées, celui des pontes. Cette figure qui concrétise les chiffres obtenus par l'élevage de 20 couples élevés en plein air dans des cages grillagées d'avril à juin, permet de constater que le dépôt des œufs se fait d'une manière très régulière pendant les 40 jours qui suivent l'émission de la première ponte.

Les pontes s'échelonnent sur un laps de temps qui varie beaucoup suivant les individus ; si l'on ne tient compte que des femelles ayant donné au moins

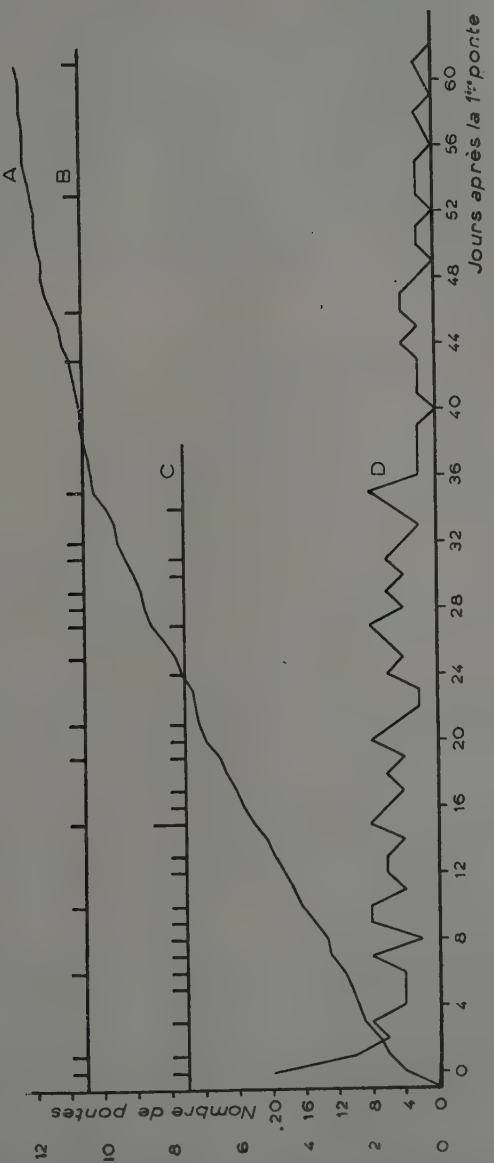


FIG. 92. — Pontes de 20 couples élevés dans des cages grillagées en plein air, d'avril à juin 1939 dans la région de Lyon. A : Ponte moyenne des 20 couples. B-C : Échelonnement de la ponte de deux femelles ayant pondu respectivement 18 et 23 fois. D : Pontes journalières des 20 couples.

7 pontes avant de mourir, on constate que l'émission des œufs se produit jusqu'à 61 jours après la première ponte. La figure C représente la ponte de la femelle qui a été la plus féconde (23 pontes) et la figure B, celle de la femelle qui a pondu pour la dernière fois le 61e jour (18 pontes). On voit que, pour deux femelles très prolifiques, le rythme de ponte est très différent. En général, il n'y a pas plus d'une ponte par 24 heures ; j'ai cependant observé quelques cas où il y avait émission de 2 pontes ; contrairement à ce qui est la règle chez la

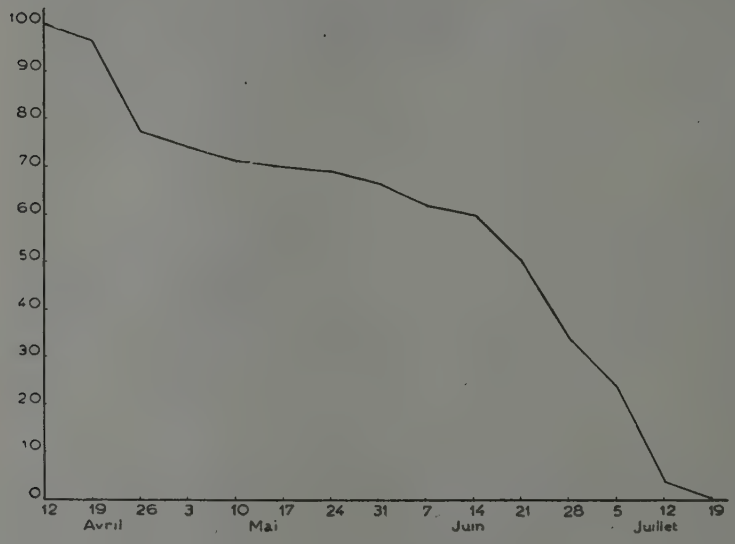


Fig. 93. — Courbe de mortalité de 50 couples de punaises hibernantes mises dans une cage grillagée le 12 avril.

plupart des insectes, ceci ne se produit pas toujours dans les premiers jours de la ponte puisque pour la femelle C, elle n'a eu lieu que le 15e jour après la première ponte.

Contrairement à ce qu'affirme Sacharov, toute ponte n'est pas précédée d'un accouplement. J'ai observé de nombreux cas, où, malgré l'absence ou la rareté des mâles, les femelles pondaient normalement ; l'accouplement n'a en l'occurrence qu'un effet stimulant sur la ponte.

La mort de la femelle suit souvent de quelques jours l'émission de la dernière ponte. J'ai cependant noté des femelles élevées au laboratoire qui ont vécu 15, 18, 20 et 22 jours après la dernière ponte et qui ne sont mortes que 92, 96 et 99 jours après la mue imaginale. Les mâles vivent aussi longtemps que les femelles. Dans la nature, les punaises hibernantes atteignent facilement cet âge mais la durée moyenne de la vie oscille suivant les années entre 65 et 80 jours.

La courbe de mortalité (fig. 93) a été obtenue par la numération, à intervalles fréquents, des survivants de 100 couples de punaises hibernantes mises à Versailles le 12 avril 1945 dans une grande cage grillagée. La dissection des cadavres a montré que cette mortalité n'était due, en aucun cas, à des causes parasitaires. On voit qu'il existe deux périodes bien marquées de mortalité : l'une se place dans les trois semaines qui suivent la sortie des hibernants, l'autre s'étend du 14 juin au 19 juillet. Entre ces deux périodes s'étend un intervalle de 7 semaines qui se caractérise par une diminution extrêmement faible de la population. La dernière ponte de ces punaises hibernantes a été observée à Lyon le 7 juillet 1939 et à Versailles le 29 juin 1945.

D. — INCUBATION ET ÉCLOSION

J'ai indiqué, par ailleurs, la durée de l'incubation des œufs de la seconde génération (Bonnemaison, 1946) élevés à diverses températures constantes, le seuil théorique de développement est de 12° ; « l'optimum thermique » se situe vers 34° (3, 9 jours) et « l'optimum abiotique » vers 31°.

L'élevage, dans les mêmes conditions, des œufs produits par les femelles hibernantes donne des chiffres légèrement différents.

Les courbes de la figure 94 ont été dressées d'après ces chiffres ; les deux courbes en pointillé concernent les œufs de la première génération, l'une indique la courbe de développement de l'embryon et l'autre la réciproque de l'hyperbole (théorie de la constante thermique).

La durée de l'incubation des œufs de la première génération est donc nettement inférieure à celle des œufs de la seconde génération mais le seuil théorique de développement est le même dans les deux cas.

A 40° les œufs n'éclosent pas mais ils peuvent subir sans inconvénient cette température pendant plusieurs heures. Suivant le micro-climat du lieu où seront déposés les œufs, il pourra donc y avoir une éclosion échelonnée des pontes répartie sur une longue période qui pourra se superposer à l'échelonnement de l'émission des œufs.

En plein air, l'œuf peut rester sans éclore pendant plusieurs semaines. C'est ainsi que dans un élevage en plein air réalisé à Versailles, plusieurs pontes sont observées le 21 avril. Par suite de la vague de froid qui a sévi du 22 avril au 5 mai, ces pontes n'éclosent que le 13 mai soit 23 jours plus tard.

Peu de temps avant l'éclosion, on discerne par transparence les yeux rougeâtres de l'embryon. Le mécanisme de l'éclosion ne présente pas de particularités spéciales ; l'embryon fait basculer l'opercule après l'avoir descellé en un point de la coque de l'œuf à l'aide du *ruptor-ovi*, petite pièce chitinisée qui se trouve un peu en arrière du front et entre les yeux. Le *ruptor-ovi* a la forme d'une ancre légèrement incurvée sur sa face ventrale et porteuse d'un épaississement obtus sur la face dorsale. C'est cette région qui vient s'arc-bouter au point

de suture de la coque et de l'opercule. L'axe et les deux bras du *ruptor-ovi* font partie intégrante de la membrane vitelline.

Le *ruptor-ovi* adhère au chorion par une languette qui passe au-dessus de la tête de l'embryon pour venir s'insérer sur la paroi interne de la coque de l'œuf en un point diamétralement opposé à la position primitive de cet organe.

La larve soulève l'opercule en le poussant avec la tête et se hisse par des mouvements de reptation qui sont rendus possibles par la sou-

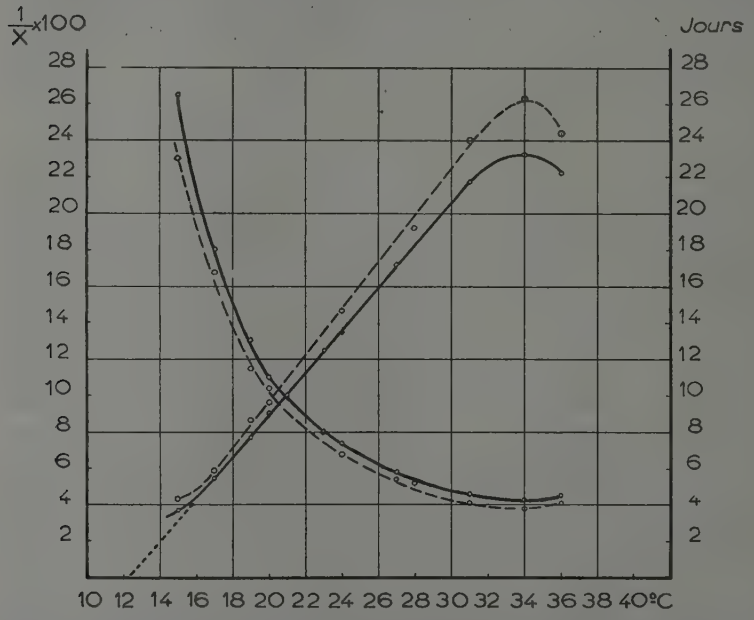


FIG. 94. — Courbe de développement de l'embryon et réciproque de l'hyperbole pour la première génération (en trait pointillé) et la seconde génération (en trait plein).

plesse des téguments. Au début, les antennes et les pattes sont étroitement appliquées sur la face ventrale du corps puis les pattes se dégagent et, en s'agrippant sur le bord de l'œuf, permettent la sortie complète de l'animal.

Au début de l'éclosion, la larve est jaune orangé, l'extrémité des antennes rougeâtre, les tarses gris, le rostre est dégagé sur toute sa longueur et dirigé vers l'anus ; l'ampoule cervicale bat à la cadence de 80 coups à la minute environ en présentant de temps à autre des arrêts de quelques secondes. Grâce aux mouvements de son ampoule cervicale, la larve fait glisser le *ruptor-ovi* vers l'avant et vient l'appliquer contre l'opercule qui se soulève très lentement. Dès que les 2/3 du corps de la larve ont émergé, les membres et les antennes s'agitent et l'animal s'accroche aux autres œufs à l'aide des tarses. A la fin de

l'éclosion, l'extrémité de l'abdomen de la larve est fortement allongée. En même temps la pigmentation se dessine ; elle débute par la tête, les trois taches dorso-abdominales et les antennes. A une température moyenne de 22°, l'éclosion se déroule comme suit :

0 h — Soulèvement de l'opercule.
0 h 30 — La larve a complètement émergé de l'œuf.
0 h 35 — Début d'apparition des trois taches abdominales.
1 h — Début de coloration grisâtre des pattes.
1 h 25 — Coloration foncée des pattes.
1 h 35 — La pigmentation noire est presque normale.

L'éclosion des œufs d'une même ponte ne se fait pas simultanément mais se répartit sur plusieurs heures ; elle ne se produit pas non plus suivant l'ordre de ponte ainsi que le montre le tableau suivant : (temp. moyenne 23°).

N° d'ordre de ponte	Heures d'éclosion	N° d'ordre de ponte	Heures d'éclosion
1	9 h. 45	7	15 h. 15
2	12 h. 15	8	14 h. 50
3	15 h.	9	stérile
4	13 h. 10	10	10 h. 10
5	13 h. 50	11	11 h. 13
6	11 h. 45	12	12 h. 45

Il arrive que des pontes produites par des femelles ayant déjà donné des œufs fertiles soient partiellement ou complètement stériles. Lors de l'éclosion les larves meurent dans la proportion de 0 à 16 % (en moyenne 6,3 % pour 128 pontes examinées en plein air).

E. — VIE LARVAIRE

Premier stade larvaire. — Après l'éclosion, les jeunes larves restent groupées sur la ponte où à ses abords immédiats. A ce stade de leur existence, l'instinct grégaire est très développé ; si l'on disperse les individus provenant d'une même ponte ou de deux pontes différentes dans une grande boîte de Pétri, les insectes se déplacent activement et finissent par se regrouper en un ou deux lots. Ainsi que le font les larves de la plupart des Pentatomides, elles ne prennent aucune nourriture avant de subir la première mue.

La durée du premier stade larvaire varie dans des limites importantes suivant la température : le tableau n° I indique la durée de l'incubation ainsi que celle des divers stades larvaires des insectes de la première génération à différentes températures constantes.

La comparaison de ces chiffres avec ceux obtenus par l'élevage dans les mêmes conditions (Bonnemaison, 1946) montre que le développement embryon-

naire et larvaire des insectes de la première génération, est plus court que celui des insectes de la seconde génération (fig. 95).

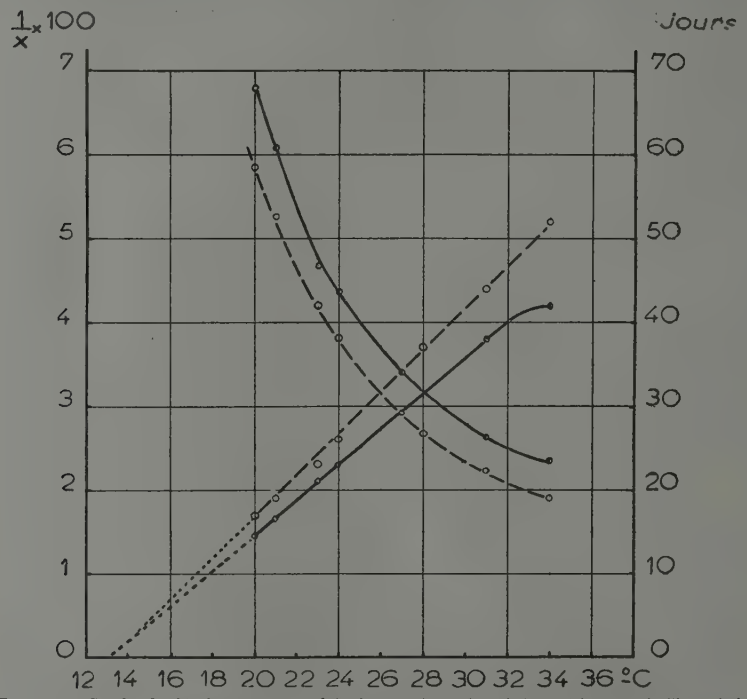


FIG. 95. — Courbe du développement total (embryonnaire et larvaire) et réciproque de l'hyperbole des femelles de la première génération (en trait pointillé) et de la seconde génération (en trait plein).

TABLEAU I

*Durée de développement en jours des œufs et des larves femelles d'*E. ventralis *(première génération)*

Stades	Températures constantes de :								
	36°	35°	34°	31°	28°	24°	20°	17°	15°
Œuf	4,1	3,7	3,8	4,1	5,2	6,8	10,4	16,8	23
1er stade		1,5	1,5	1,7	2,0	3,8	6,2		
2e stade		2,6	2,7	3,5	4,3	6,8	10,2		
3e stade		1,8	1,8	2,5	3,4	4,9	8,2		
4e stade		2,5	2,6	3,5	4,3	6,6	9,0		
5e stade		6,6	6,6	7,0	7,6	9,2	14,5		
		18,7	19,0	22,3	26,8	38,1	58,5		

Dans les étuves, comme en plein air, la première mue provoque toujours une mortalité assez élevée, de l'ordre de 8 à 10 % ; une grande humidité relative de l'air et surtout la pluie peuvent porter ce chiffre jusqu'à 100 %.

Les larves élevées à une température constante de 13° restent groupées et meurent peu à peu ; sur 12 larves élevées à cette température dès leur naissance, 4 étaient mortes en moins d'une semaine, 7 à la fin de la seconde semaine, la dernière ne mourut que le 27e jour, sans avoir pris la moindre nourriture,

Deuxième stade larvaire. — Dès que la première mue est terminée et souvent quelques heures auparavant, les jeunes larves perdent l'instinct grégaire et se dispersent sur le feuillage ou les fleurs de la plante-hôte. Elles circulent activement dans les quelques heures qui suivent la mue, mais ne prennent généralement pas de nourriture pendant 24 heures.

Il y a généralement peu d'écart dans la durée du développement des individus d'une même ponte ; cependant, dans un élevage fait à la température constante de 24°, alors que 9 larves mettaient de 5 à 7 jours pour passer du deuxième au troisième stade, une larve ne mua qu'au bout de 15 jours, c'est-à-dire au moment où ses sœurs étaient toutes parvenues au quatrième stade ; cette larve devint un adulte mâle 18 jours après les mâles de la même ponte.

Troisième stade larvaire. — La durée du développement du troisième stade larvaire est légèrement plus grande que celle du premier stade. On observe assez fréquemment entre les individus issus d'une même ponte des variations assez considérables qui sont dues, d'une part au sexe, et d'autre part à des variations individuelles.

C'est ainsi que dans un élevage maintenu à une température constante de 23 à 25°, la durée du développement du troisième stade larvaire s'est étendue sur 4 à 11 jours. Dans la plupart des cas cependant, l'écart maximum entre les individus d'une même ponte n'excède pas 2 jours. Les différences n'augmentent pas ou très peu au cours du quatrième stade mais peuvent s'amplifier au cours du cinquième stade.

Il semble donc que le troisième stade corresponde à une phase sensible, de la vie de l'insede où son métabolisme peut présenter des fluctuations importantes.

Le tableau ci-après résume les observations faites sur des femelles issues de deux pontes de la première génération et élevées respectivement aux températures constantes de 24 et de 28°.

Les larves au troisième stade se déplacent très facilement sur les végétaux et même sur le sol ; elles peuvent ainsi franchir plusieurs mètres et gagner de nouvelles plantes-hôtes. Les piqûres qu'elles effectuent étant assez grandes et relativement nombreuses, c'est à partir de ce stade que la Punaise du Chou devient très nuisible aux cultures.

Quatrième stade larvaire ou premier stade nymphal. — Ce stade a sensiblement la même durée que le second stade larvaire : la larve effectue de nombreuses piqûres et se déplace rapidement.

TABLEAU II

Temps minimum et maximum pour le développement des différents stades de femelles de la première génération et nombre d'insectes survivants

	1er stade		2e stade		3e stade		4e stade		5e stade		Évolution totale
1er lot 24° ..	4 j.	10	6 à 7 j.	9	4 à 11 j.	8	5,5 à 9 j.	7	10 à 14 j.	5	31 à 39 jours
2e lot 28° ..	2 à 3 j.	11	4,2 à 5 j.	11	3 à 9 j.	10	4 à 7 j.	9	7,5 à 11 j.	8	23 à 31 jours

Cinquième stade larvaire ou deuxième stade nymphal. — Pendant la première moitié de cette période, l'Insecte se montre très nuisible en lardant les feuilles de nombreuses piqûres souvent très proches les unes des autres ; les feuilles, et surtout celles des jeunes pieds, se dessèchent et meurent très rapidement.

La durée du cinquième stade larvaire varie dans d'assez grandes proportions suivant les individus et suivant le sexe. D'une manière générale, il y a protérandrie, mais celle-ci se manifeste parfois de façon irrégulière (voir fig. 1 et 2, 1946).

Les mues. — Les mues que présentent *E. ventralis* aux différents stades ne présentent rien de particulier. Suivant la température, 24 à 48 heures avant la mue, l'Insecte mange beaucoup moins et, dans les quelques heures qui précèdent celle-ci, il ne prend plus aucune nourriture.

La larve se tient généralement la tête en bas et se cramponne solidement en enfonçant ses ongles, principalement ceux des pattes postérieures, dans l'épiderme des feuilles ; elle s'immobilise complètement et sa coloration s'accentue ; le thorax grossit et la cuticule se fend vers le milieu du thorax ; l'ouverture s'agrandit progressivement et l'Insecte dégage peu à peu la tête puis les pattes (en commençant par les postérieures) et enfin l'abdomen.

Les mues peuvent se produire à n'importe quel moment de la journée, mais elles sont particulièrement fréquentes l'après-midi, de 15 à 18 heures. En plein air, à une température moyenne de 23°, j'ai noté le commencement d'une mue imaginale à 15 h 25 ; à 16 h 10 l'Insecte était complètement dégagé de l'exuvie et sa couleur était presque entièrement jaune citron. A 17 heures, il était entièrement pigmenté et commençait à se déplacer.

L'Insecte qui a commencé sa mue au moment où la pluie survient, est fréquemment entraîné par l'eau ; il arrive qu'il ne parvienne pas à dégager le corps de l'exuvie, ou bien celle-ci reste accrochée aux pattes postérieures, la surface unie des feuilles du Chou se prêtant mal à l'accrochage de la dépouille. Quand l'atmosphère est très humide, le liquide exuvial s'évapore très lentement et la mortalité augmente. Enfin, un certain nombre d'insectes peu vigoureux meurent pendant cette période 1 ou 2 jours après que leurs frères ou sœurs ont mué, et sans présenter les premiers symptômes externes de la mue.

La mue constitue toujours une période difficile qui se traduit par une mortalité plus ou moins grande. C'est à la mue imaginale que l'on observe le plus grand déchet ; les mâles semblent être un peu plus résistants que les femelles.

A tous les stades larvaires, l'Insecte recherche les parties ensoleillées de la plante-hôte. Pendant toute la belle saison, on peut observer les punaises à tous les âges groupées sur les endroits les mieux éclairés ; elles sont à peu près immobiles et se nourrissent fréquemment. C'est la raison pour laquelle l'extrémité des feuilles externes arrive à être complètement desséchée.

Sur les plantes porte-graines, les larves se tiennent sur les siliques vertes puis sur les folioles des hampes florales. Leurs piqûres amènent l'atrophie et le dessèchement des graines.

Le matin, dès que la température s'élève, les larves et les adultes commencent à se porter sur les parties les plus élevées des feuilles. Quand le soleil est caché par les nuages ou lorsque la plante n'est pas ensoleillée par suite de la présence d'un écran, les insectes se disséminent ; dès qu'une partie du végétal reçoit les rayons solaires, toutes les punaises se groupent dans cette région et se déplacent au fur et à mesure du déplacement du soleil. Il n'y a donc en l'occurrence aucune manifestation de grégarisme, mais seulement une « foule » dont le rassemblement est motivé par l'héliotropisme.

A la tombée de la nuit, les adultes et les larves quittent les parties supérieures de la plante et gagnent les régions basses où ils s'abritent durant toute la nuit. Quand la pluie survient, les insectes se portent également dans la partie inférieure de la plante-hôte, dans la région centrale ou sous les feuilles ; dans le premier cas et principalement avec les Choux, un certain nombre d'adultes et de larves sont noyés dans l'eau qui s'accumule au niveau de l'insertion des feuilles sur l'axe de la plante. La plupart des autres, entièrement recouverts d'une mince pellicule d'eau ont les pattes et les antennes étroitement appliquées sur le thorax et l'abdomen ; ils ne reprennent leur activité que lorsque l'eau de contact s'est partiellement évaporée.

F. — SECONDE GÉNÉRATION

Les opinions sont très variées quant au nombre des générations annuelles que peut produire la Punaise ornée du Chou. D'après RUSANOVA, (1926) qui a fait ses observations à la Station Expérimentale de Saratov (U. R. S. S.), la période de ponte des adultes hibernants étant très échelonnée, on peut trouver en juillet de jeunes adultes et des larves au premier stade provenant des mêmes géniteurs. Les adultes, même les plus précoces, ne peuvent se reproduire qu'au printemps suivant, de sorte qu'il ne peut y avoir qu'une génération par an.

Dans le district de Stavropol, GRINEV signale 2 générations par an. L'accouplement se fait au milieu de mai et les œufs de la deuxième génération sont pondus vers la fin de juillet et le commencement d'août.

D'après KOROL'KOV, *E. ventralis* se trouve à des altitudes variées dans la région de Sochi. Dans les conditions les plus favorables, il peut y avoir 3 générations par an.

UVAROV et GLAZUNOV signalent 2 générations dans la région de Stavropol, la première commençant à se reproduire en juin et la seconde atteignant le stade imago avant l'hibernation. D'après BEI-BIENKO qui a étudié cet Insecte en Sibérie, le nombre de générations varie suivant la nature de l'aliment. Il y aurait 2 générations par an quand la Punaise se nourrit des feuilles de Chou et une seule quand elle attaque la fleur.

Dans la région de Bologne, les adultes hibernants apparaissent au début d'avril, les premières pontes sont trouvées à la mi-avril et les adultes de première génération dans le courant de juin (SERVADEI, 1935).

A Lyon, j'ai noté la sortie massive des punaises entre le 1er et le 12 avril 1938, les premières pontes fertiles à partir du 1er mai, les larves au premier stade le 16 mai et les adultes de la première génération le 10 juillet. En 1939, les hibernants n'apparaissent en grand nombre que vers le 10 avril, les adultes de la première génération sont notés entre le 12 et le 14 juillet.

A Versailles, le printemps anormalement chaud et sec de l'année 1945 provoque la sortie des hibernants les 8 et 9 avril. Le début de la ponte a lieu le 21 avril, mais les pontes ne sont nombreuses qu'à partir du 6 mai. Les premiers adultes sont observés le 27 juin, ils sont rares, car ils proviennent des pontes effectuées avant le 21 avril et les imagos ne commencent à devenir nombreux qu'à partir du 7 juillet ; les adultes provenant des dernières pontes apparaissent le 25 août.

Ainsi que je l'ai signalé page 132, toutes les punaises adultes ont une couleur jaune citron immédiatement après la mue imaginale ; cette coloration vire progressivement au jaune rougeâtre puis au rouge foncé.

Les adultes font preuve d'une grande activité et se déplacent fréquemment, principalement aux heures chaudes de la journée ; le vol est de brève durée et le déplacement n'excède pas une dizaine de mètres ; dans la plupart des cas, les insectes ne se posent que sur des plantes nourricières.

On assiste à cette époque à des déplacements assez importants mais de faible amplitude ; il n'est pas rare de trouver plusieurs dizaines de punaises sur une plantation de Choux qui n'en avaient aucune la veille. Inversement, des plantations très fortement attaquées, sur lesquelles de nombreuses pontes ont été déposées, peuvent être presque complètement abandonnées du jour au lendemain.

Il est difficile d'expliquer ces déplacement subits ; les adultes ne présentent pas en effet d'instinct grégaire et les vols ne s'effectuent pas toujours suivant les vents dominants.

Contrairement à ce qu'il a été signalé pour les punaises hibernantes, les adultes de la première génération ne manifestent pas de phototropisme négatif avant l'accouplement ; ces adultes se tiennent, ainsi que les larves, sur les

parties ensoleillées du feuillage. A la tombée de la nuit, par les matinées fraîches, au cours des journées froides ou pluvieuses, ou encore par vent fort, les insectes se tapissent dans la région centrale des Choux et se tiennent immobiles sous les jeunes feuilles.

Dans la majeure partie de la France, il n'existe qu'une seconde génération partielle : une proportion importante des adultes de la première génération entre en diapause et les insectes vont se réfugier dès la mi-juillet dans les crevasses du sol ou sous des abris divers ; il y a généralement 2 générations dans le midi.

Le temps s'écoulant entre la mue imaginale et le premier accouplement est d'une durée variable suivant la température : à une température constante de 28°, le premier accouplement a lieu 11 jours en moyenne après la mue imaginale du père et de la mère, la femelle ne présentant plus les caractères de la variété *pectoralis* depuis 3 jours ; la première ponte a été notée 10 jours après l'accouplement.

D'après V. K. Mikhaïlov (1949), le stade ailé d'*Eurydema oleracea* passerait par deux formes successives, la première, qualifiée de subimaginale, se caractériserait par une couleur claire de la face ventrale de l'abdomen, la seconde, correspondant à la forme imaginale, ayant l'abdomen de teinte foncée ; il se produirait certaines modifications de la cuticule en corrélation avec les modifications de la pigmentation. Ainsi que je l'ai signalé précédemment, l'accouplement de la première génération d'*E. ventralis* peut se produire chez des individus dont l'abdomen est de couleur claire alors que le coït des insectes de la génération hibernante n'a lieu qu'entre des punaises à l'abdomen fortement pigmenté. J'ai décrit page 129 les variations de la pigmentation d'*E. ventralis* et montré que la mélanisation augmente progressivement avec le temps et qu'elle dépend étroitement de la température, mais qu'elle n'est nullement corrélative de la maturité génitale ; il s'agit de deux phénomènes distincts qui peuvent présenter un certain parallélisme dans quelques cas. C. Dupuis (1950) a récemment fait des observations similaires pour *E. oleracea* et *E. ventralis*.

Dans la région lyonnaise, les premiers accouplements ont été observés en plein air dans la première décade du mois de juillet, à partir du 11e jour après la mue imaginale en 1938, du 10e jour en 1939, et les pontes dès le 15 juillet ; aux environs de Versailles, la ponte débute vers la fin du mois de juillet. Les insectes accouplés se déplacent beaucoup plus rapidement que les couples d'adultes hibernants.

Servadei signale que, dans la région de Bologne, la ponte a lieu à partir de la fin juillet sur les plantes les plus diverses (*Rosa*, etc.) au contraire des adultes hibernants qui pondent uniquement sur les Crucifères. D'après Boselli, les punaises déposent leurs œufs de préférence sur les plantes herbacées et, d'une manière occasionnelle, sur des plantes ligneuses.

Dans les champs comme dans les jardins, je n'ai observé la ponte que sur des Crucifères ; des punaises élevées dans des cages où se trouvaient des ra-

meaux de Crucifères, de Rosacées et de Graminées ont bien déposé quelques pontes sur ces dernières mais plus de 90 % des œufs se trouvaient sur les Crucifères.

La fécondité des adultes de la première génération est nettement plus faible que celle des hibernants ; à Lyon, le nombre moyen des pontes émises par 23 couples récoltés sur les Choux alors qu'ils étaient encore au stade *pectoralis*, n'a été que de 6,2 contre 12,6 pour des punaises hibernantes récoltées au printemps ; je reviendrai sur cette question au chapitre suivant. Plus de 80 % des pontes se produisent de la mi-juillet à la première décade de septembre, le restant s'échelonnant jusqu'à la fin du mois de septembre ; les adultes de la seconde génération apparaissent dans la région lyonnaise depuis la fin août jusqu'à la mi-novembre.

Quand le soleil n'est pas trop ardent, les adultes et les larves se tiennent sur les parties ensoleillées du feuillage et restent à peu près immobiles pendant plusieurs heures, mais dès que la température, à 2 m sous abri, est supérieure à 25°, les insectes gagnent la région inférieure des Choux ou se glissent entre deux feuilles.

Les adultes de la seconde génération s'alimentent peu en plein air et leur activité diminue graduellement au fur et à mesure que la saison s'avance. En octobre, ils restent engourdis sur les plantes-hôtes jusqu'à 9 h ou 10 h du matin et reprennent leur immobilité dès 16 à 17 h. Les dégâts qu'ils occasionnent sont insignifiants ; à partir de la mi-octobre, une dizaine d'individus ne font pas plus de 2 à 3 piqûres par jour.

On trouve fréquemment en mélange les adultes des deux générations par suite de leur grande longévité. A Lyon comme à Versailles, les adultes hibernants peuvent encore se trouver à la mi-juillet et ceux de la première génération jusqu'au mois de novembre.

G. — REMARQUES SUR LA DIAPAUSE

Nous avons vu que, dans la majeure partie de la France, les adultes de la première génération entrent pour la plupart en diapause quelques jours après la mue imaginale. Cette diapause est peu marquée chez les insectes provenant des premières pontes qui deviennent adultes dans le courant du mois de juillet ; il suffit en effet de placer les imagos ayant mué depuis peu dans une étuve à 24°, ou encore en plein air, dans une cage grillagée et bien éclairée, pour que la plupart d'entre eux engendrent une seconde génération.

La diapause qui affecte les individus de la seconde génération est par contre très forte et ne cesse dans la nature que 6 à 9 mois plus tard. J'ai pu rompre cette diapause par le séjour au froid des insectes de la première et de la seconde générations ; les insectes étaient placés par couples isolés dans des boîtes de

Pétri dont le fond était garni d'une feuille de papier buvard ; l'alimentation était assurée par un fragment de feuille de Chou changé tous les jours.

Des femelles hibernantes récoltées à Bordeaux peu de temps après la reprise de l'activité ont été mises en élevage à Versailles, dans de grandes cages grillagées disposées dans le jardin ; les premiers-nés ont été élevés en plein air ; la mue imaginale de leurs descendants (2e génération) s'est produite entre le 23 et le 26 septembre pour 5 couples (lot 2). Dès que ces insectes sont devenus adultes, ils ont été élevés au laboratoire à des températures alternées (8 h à 15°, 16 h à 24°).

Les dernières pontes des mêmes femelles hibernantes ont été également élevées en plein air ; les deux couples (lot 1) qui ont été obtenus, et qui appartenaient donc à la première génération, sont devenus adultes du 31 juillet au 3 août et ont été placés chaque jour, dès la mue imaginale, à la température de 15° pendant 8 h et de 34° pendant 16 h.

Le lot témoin comprenait 5 couples (lot 3), frères et sœurs des individus du lot 2 et a été élevé aux températures alternées précédentes jusqu'au 20 décembre, à la température constante de 24°5 du 20 décembre au 27 février, et à la température de 28° à dater du 27 février.

Pour ces 12 couples, le déclenchement de la diapause a été décelé par la numération des piqûres nutriciales effectuées chaque jour ; il s'est manifesté d'une manière remarquablement homogène pour les deux catégories de couples ; il a été noté dans le semaine du 14 au 20 octobre pour les individus de la première génération et dans la semaine du 11 au 17 novembre pour ceux de la seconde génération.

La figure 96 indique la moyenne journalière des piqûres calculée par période de 7 jours pour les 3 lots en observation.

Les couples des lots 1 et 2 ont été placés aux températures suivantes :
à 17°, du 19 au 21 novembre,
à 8°, du 22 novembre au 14 décembre,
à 14°, du 15 décembre au 19 décembre,
à 24°5, à partir du 20 décembre.

Ces insectes ont commencé à s'alimenter dès les derniers jours de décembre et le premier coït est noté le 16 janvier pour un couple du lot 1 (1ere génération) ; l'autre couple meurt dans la semaine du 6 au 12 janvier.

Avec les 5 couples de la seconde génération (lot 2) élevés dans les mêmes conditions que précédemment, il est noté la mort d'un couple le 13 février, 3 accouplements le 15 février, le 19 février et le 18 avril ; le cinquième couple s'alimente peu et il n'est pas observé de coït jusqu'à la fin de l'expérience (1er juin).

Enfin, aucun des 5 couples du lot 3 (témoin) transféré le 20 décembre à la température de 24°5 ne s'est accouplé à la date du 1er juin.

La rupture de diapause de la seconde génération d'*E. ventralis* ne semble donc pouvoir être obtenue que par un séjour à un froid modéré ; elle paraît

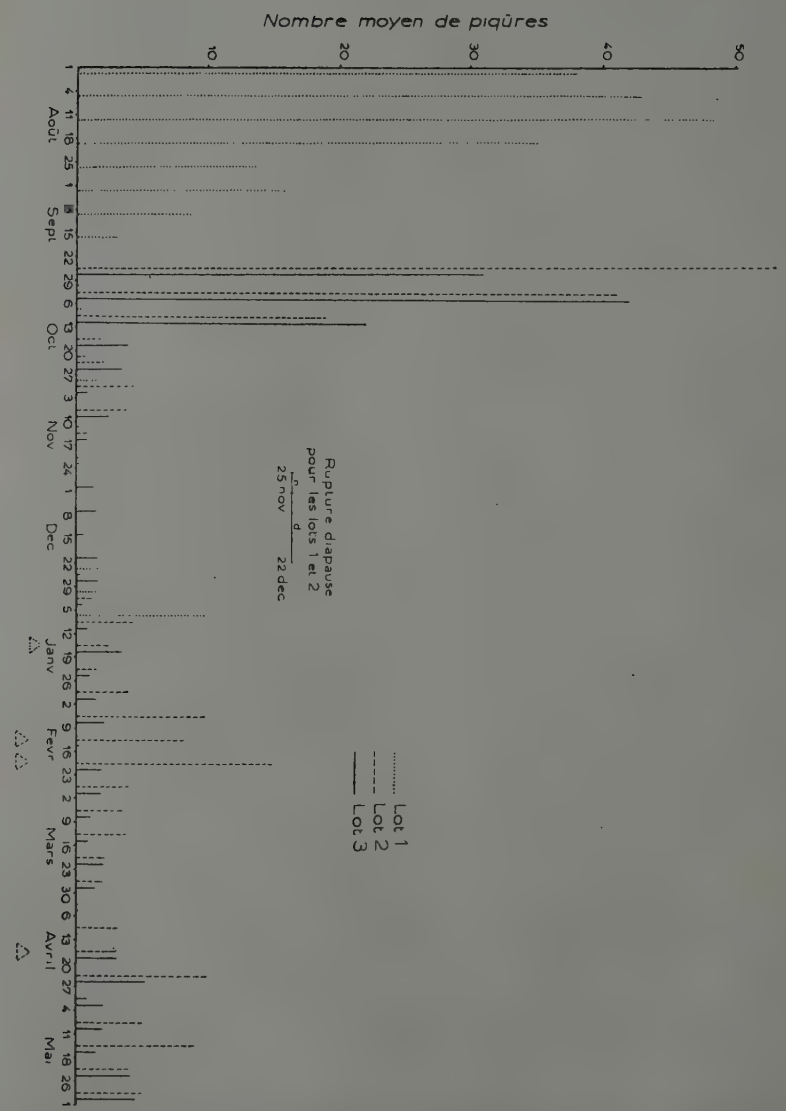


FIG. 96. — Nombre moyen de piqûres calculé par périodes de 7 jours pour le lot 1 (1ère génération), le lot 2 (2e génération) à diapause rompue expérimentalement par le froid et le lot 3 (2e génération en diapause).

s'obtenir plus rapidement avec les individus de la première génération qu'avec ceux de la seconde génération si le décompte du temps nécessaire se fait après le séjour au froid ; il n'en est pas de même si l'on tient compte de la date à laquelle a débuté la diapause (16-22 septembre pour les individus de la première génération) 11 au 17 novembre pour ceux de la seconde génération).

Une seconde série d'expérience a été faite avec 12 couples de la seconde génération qui ont été élevés en plein air ainsi que leurs parents ; ces insectes sont entrés en diapause entre le 17 et le 20 novembre. Il a été constitué 2 lots, A et B, de 6 couples. Le lot A a été placé aux températures suivantes :

à 8°, du 22 au 30 novembre,
à 14°, du 1er au 4 décembre,
à 24°5, à partir du 5 décembre.

Le lot B a été soumis à des températures plus basses :

8°, du 22 au 26 novembre,
— 5°, du 27 novembre au 10 décembre,
8°, du 11 au 13 décembre,
14°, du 14 au 17 décembre,
24°5, à partir du 17 décembre.

Les punaises du lot A se sont toutes accouplées et la ponte a eu lieu 5 à 7 jours plus tard ; les premiers coïts ont été observés entre le 21 et le 28 décembre soit après 16 à 23 jours de séjour à la température de 24°5.

L'accouplement n'a été observé, chez les punaises du lot B, que pour 4 femelles entre le 26 décembre et le 2 janvier, soit 9 à 16 jours après le début de l'élevage à 24°5. Une femelle est morte le 9 janvier sans avoir été fécondée et à la date du 25 février, il n'y avait pas eu de coït pour le dernier couple.

Ces résultats montrent que la diapause d'*E. ventralis* peut être très facilement rompue par le séjour des couples à une température de 8° pendant 9 jours ; la reprise de l'activité sexuelle marquée par le premier accouplement se produit un peu plus rapidement lorsque l'Insecte a été soumis à une température de — 5° (Bonnemaison, 1948).

Les numérations des piqûres mentionnées sur le graphique n° 96 pour les couples du lot 2 ne concernent que les punaises qui ne se sont pas accouplées ; dès qu'un coït était noté, les piqûres faites par ce couple n'étaient plus utilisées pour le calcul du nombre moyen de piqûres ; à partir du 18 avril, date du troisième accouplement, les chiffres indiqués ne concernent plus que le dernier couple où la pariade n'a pas eu lieu au premier juin, date à laquelle, les observations ont été arrêtées (le cinquième couple étant mort le 13 février).

En comparant ces chiffres à ceux fournis par les punaises non soumises au froid, nous voyons que le nombre moyen de piqûres des punaises non encore accouplées du lot 2 est constamment plus élevé que celui des piqûres faites par les punaises du lot 3 élevées à 28°, bien que ces dernières se soient alimentées d'une manière assez régulière à partir de la mi-avril.

Durée de développement et fécondité comparées des insectes de la première et de la seconde générations. — J'ai élevé, dans des étuves à températures constantes, un grand nombre d'œufs pondus depuis quelques heures par des punaises hibernantes (mai) et des punaises de la première génération (fin août) et j'ai constaté qu'il y avait des différences assez sensibles dans la durée du développement des œufs et des larves de ces deux générations. Le tableau ci-dessous indique les chiffres moyens de la durée de l'incubation et du développement total.

TABLEAU III

Durées moyennes de l'incubation et du développement total des insectes de la première et de la seconde générations

Générations	Températures constantes de :										
	36°	34°	31°	28°	27°	24°	23°	21°	20°	17°	15°
Première											
Incubation	4,1	3,8	4,1	5,2	5,5	6,8	7,6	9,2	10,4	16,8	23,0
Incubation et stades larvaires		19,0	22,3	26,8	29,0	38,1	42,0	54,5	58,5		
Seconde											
Incubation	4,5	4,3	4,6	5,4	5,8	7,4	8,0	10,0	11,0	18,0	26,5
Incubation et stades larvaires		23,6	26,2	31,2	34,0	43,5	46,6	60,7	67,8		

La figure 95 établie d'après ces chiffres montre que les écarts sont relativement plus marqués aux températures élevées ; le seuil théorique de développement déterminé par le tracé de la réciproque de l'hyperbole est de 13° pour les deux générations.

Des faits analogues ont été signalés par divers chercheurs : MARTINI (1921) a élevé des larves d'*Anopheles bifurcatus* L., à une température constante de 20° durant toute l'année ; il a constaté que les larves mettent trois fois plus de temps à se développer en hiver que pendant l'été. GIERKE (1932) a signalé que la durée du développement de la Pyrale de la Farine *Ephestia Kuhniella* L. s'accroît pendant la période hivernale ; HECHT (1934), ROUBAUD et COLAS BELCOUR (1933-1934) THEODOR (1934), ont fait des remarques similaires (BONNEMAISON 1945).

La fécondité des femelles hibernantes est plus élevée que celle des femelles de la première génération bien que leur longévité ne soit pas supérieure. Des femelles hibernantes récoltées en 1938 à Lyon dès la reprise de leur activité et élevées au laboratoire à une température variable (moyenne 18°) ont produit 12,6 pontes en moyenne entre le 14 avril et le 30 juin ; la longévité de ces femelles a varié de 54 à 80 jours ; trois couples de punaises élevés à la température de

23° ont donné 18 pontes en moyenne, un couple ayant pondu 23 fois ; la longévité des femelles a été de 46, 73 et 79 jours.

Les descendants de ces punaises élevés à une température de 19° ont donné 6,2 pontes en moyenne ; leur longévité moyenne a été de 53 jours.

A Versailles, 12 couples d'hibernants ont donné 11,3 pontes et leurs descendants 5,9 pontes en moyenne.

La physiologie des femelles hibernantes semble donc différer notablement de celle des punaises de la première génération par leur fécondité et par la durée du développement de leurs œufs et de leurs larves. Ces différences peuvent être dues à divers facteurs : aux premières manifestations de la diapause qui ne doivent se produire chez ces insectes qu'après la mue imaginale, à la durée de l'éclairement ou à la nature de l'aliment.

Afin de pouvoir juger l'importance de ces deux derniers facteurs, il était nécessaire de réaliser un « décalage » expérimental des générations, afin d'obtenir la seconde génération larvaire au printemps, c'est-à-dire au moment où se développent normalement les larves de la première génération.

Les pontes de la première génération ont été obtenues à partir de femelles hibernantes dont la diapause a été rompue expérimentalement par l'action du froid et élevées ensuite à des températures alternées (16 h à 28° et 8 h à 18°) ; les premières pontes ont eu lieu le 26 décembre. Les pontes ont été élevées à différentes températures constantes afin de déterminer la durée moyenne de développement. Les pontes (2e génération) produites par les adultes élevés à 24° ont été également élevées à différentes températures constantes depuis la mi-mars jusqu'au début de juin.

La durée totale du développement embryonnaire et larvaire de ces deux générations est indiquée dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU IV

Durée totale du développement embryonnaire et larvaire des insectes de la première et de la seconde générations (générations décalées)

Températures constantes	1re génération	2e génération
34°	20,1	19,8
31°	22,5	22,6
28°	27,8	26,5
24°	36,0	37,2
20°	63,0	65,0

Il n'y a donc aucune différence entre les chiffres obtenus avec l'une et l'autre générations et ces résultats correspondent sensiblement à ceux obtenus par l'élevage à la date normale des pontes des femelles hibernantes ramassées en plein air au moment de leur reprise d'activité ; seul l'élevage à 20° donne des chiffres plus élevés.

Les conditions générales d'élevage ayant été les mêmes pour ces punaises et les punaises à génération non décalée (mêmes étuves, alimentation sur grosses feuilles de chou dans des boîtes de Pétri) cette expérience semble montrer que la nature de l'aliment a une influence importante sur les durées de développement respectives des individus de la première et de la seconde générations : pendant l'hiver et le début du printemps, les feuilles des choux âgés ont une valeur alimentaire supérieure à celle des jeunes feuilles dont se nourrissent les larves de seconde génération pendant l'été et l'automne.

Cela ne veut pas dire que l'alimentation joue un rôle exclusif : la fécondité plus réduite des adultes de la première génération, la croissance plus lente de leurs larves comparée à celles des insectes hibernants semblent bien correspondre à des signes avant-coureurs de la diapause, à ce que j'ai appelé (Bonnemaison 1945) la « phase de dépression rythmique », mais cette période particulière ne peut se manifester que sous l'influence de facteurs défavorables ; dans l'expérience précédente une alimentation plus concentrée a inhibé le ralentissement de la croissance qui a lieu chez les individus de la seconde génération, mais elle n'a pas permis de supprimer la diapause.

La délimitation des modalités suivant lesquelles cette dernière se manifeste chez *E. ventralis* est difficile : les températures élevées inhibent également la diapause et aux températures relativement basses (inférieures à 22°) la croissance de l'Insecte est très lente, la mortalité considérable, de sorte qu'il est difficile de maintenir dans des conditions physiologiques satisfaisantes un nombre d'individus suffisamment important pour mener à bien cette étude.

Inhibition de la diapause par les températures élevées et détermination de la période critique. — Dans un travail antérieur (Bonnemaison 1945) j'ai mentionné que la diapause affectant un certain nombre d'animaux relevait probablement de l'acquisition d'un rythme particulier résultant de la répétition des conditions climatiques saisonnières défavorables au développement de ces animaux. Ce rythme doit pouvoir disparaître par l'élevage d'un certain nombre de générations de ces animaux ou pendant un temps suffisamment important, dans des conditions telles qu'il ne puisse se manifester.

J'ai pu obtenir une lignée qui s'est reproduite sans présenter de diapause pendant 11 générations ; l'élevage a été arrêté accidentellement. La souche origine a été constituée par un couple de punaises hibernantes originaires de Bordeaux, dont les œufs et les larves (1ère génération) ont été élevés en plein air ; la mue imaginale s'est produite entre le 25 et le 30 juin 1945. La deuxième génération a été faite à partir d'une ponte effectuée en plein air le 4 septembre et mise en élevage dans une étuve réglée à 30°5 ; il n'a été obtenu qu'une seule femelle qui est devenue adulte le 1er octobre, soit au bout de 27 jours. Bien que cette femelle fut restée vierge, elle a pondu pour la première fois le 8 octobre et a donné 6 autres pontes du 8 au 20 octobre. Un mâle, frère de cette femelle et obtenu dans les mêmes conditions d'élevage, a fécondé cette dernière le

23 octobre ; la ponte suivante, émise le 25 octobre et élevée à 28°, a donné 2 mâles et deux femelles entre le 15 et le 19 novembre (3e génération) qui ont été élevés, ainsi que les générations suivantes, à la température constante de 28°.

Les dates de la première ponte fertile et des mues imaginales ainsi que la durée moyenne du développement embryonnaire et larvaire sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

TABLEAU V

Durée du développement embryonnaire et larvaire des différentes générations élevées en lignée continue

Générations	Températures	Durée du développement		Dates de la ponte et de la première et dernière mues imaginales
		Femelle	Mâle	
2e	30°,5	27		4 sept.-1er oct. 1945
3e	28°	22	20,5	25 oct.-15 au 19 nov.
4e	28°	26	25	26 nov.-21 au 22 déc.
5e	28°	24,5	24,5	29 déc.-22 au 23 janv.
6e	27°,5	24	22	1er fév.-23 au 27 févr.
7e	27°,5	24	21,5	8 mars-1er au 15 avril
8e	28°	23	22	11 avril-3 au 20 mai
9e	27°	27	24	7 mai-3 au 18 juin
10e	27°,5	25	24	12 juin-7 au 21 juil.

L'examen de ces chiffres montre que la durée du développement total de la deuxième génération correspond au temps normal relevé à cette température pour la seconde génération ; par contre celui de la troisième génération est très faible et inférieur même à la durée de développement des insectes de la première génération ; les temps relevés pour les générations suivantes correspondent aux chiffres moyens obtenus par l'élevage des œufs et des larves de la première génération. Il semble donc qu'à la température de 28°, la « phase de dépression rythmique » ait été inhibée dès la troisième génération.

Un autre point à noter est la rapidité avec laquelle les générations se succèdent. Il ne s'est écoulé que 9 jours entre la mue imaginale et la première ponte pour les femelles de la troisième génération, 6 jours pour la quatrième, 8 jours pour la cinquième, etc., alors qu'à la température de 28°, les adultes de la première génération s'accouplent généralement 11 jours après la mue imaginale de la femelle.

Les premières pontes, correspondant à la onzième génération, ont eu lieu le 18 juillet et ont été élevées à la température constante de 28°. Par suite d'une coupure de courant électrique, la température des étuves est tombée à 20° les 7 et 8 août ; à cette date les larves étaient au troisième stade larvaire. Leur croissance s'est continuée normalement et la durée totale de leur développement n'a été prolongée que de trois jours, mais aucun de ces insectes ne s'est accouplé et la numération des piqûres occasionnées aux feuilles de Chou

a permis de voir que ces insectes étaient entrés en diapause. L'élevage à 28° de 10 générations consécutives poursuivi pendant 11 mois n'a donc pas permis d'obtenir une lignée d'*E. ventralis* homodynames.

J'ai donc été amené à rechercher si la diapause se produisait dans le cas où un abaissement de la température, même plus marqué, était appliqué à de jeunes adultes.

Une nouvelle lignée a été créée avec des punaises récoltées en plein air au début du mois de juillet 1946 et soumises au froid afin de rompre la diapause ; ces punaises ont été élevées ainsi que leurs descendants à la température constante de 28°. Il a été obtenu le 17 février 1947, 10 couples de la neuvième génération ayant subi la mue imaginale depuis moins de 72 heures ; ces punaises ont été placées pendant 4 jours à la température de 24°, 4 jours à la température de 20°, 4 jours à 12°, 8 jours à 4°, 4 jours à 20°, 4 jours à 24° et ensuite à 28°. Sur les 10 couples utilisés pour l'expérience, 6 sont morts pendant le séjour aux basses températures ; les 4 autres se sont accouplés ; l'un, moins de 24 heures après le transfert de 12 à 20°, et les 3 autres à la température de 24° ; la première ponte a eu lieu 4 jours plus tard.

La diapause a donc pu être déclenchée par un séjour de 48 heures à la température de 20° pour les larves au troisième stade, alors que des jeunes imagos laissés 8 jours à 4°, ont pu s'accoupler dès qu'ils ont été placés à la température de 20° ou de 24°. Cette différence tient à ce que, dans le second cas, les ovaires des femelles avaient déjà commencé à se développer au moment du transfert des insectes aux températures inférieures à 28° ; dans ce cas des températures, même de l'ordre de 4°, n'ont entraîné qu'un « arrêt de développement » (ou pseuso-diapause). (BONNEMAISON 1948 *b*).

J'ai signalé page 229 que le troisième stade avait une durée très variable, oscillant dans la proportion de 1 à 3 à différentes températures. Cette irrégularité qui existe aussi pour les autres stades, mais à un degré beaucoup moins marqué, permet de penser que l'animal traverse à ce moment une phase particulière.

Au cours de sa croissance, la Punaise ornée du Chou présente donc des périodes critiques particulièrement sensibles à l'action de facteurs abiotiques défavorables (BONNEMAISON, 1945) qui permettent le déclenchement de la diapause ; dans le cas présent, cette période se situe vers le troisième stade larvaire. A d'autres moments de l'existence des insectes, ces facteurs défavorables, même beaucoup plus marqués, n'exercent aucune action.

L'action de ces facteurs peut ne pas se manifester immédiatement : dans le cas cité précédemment, le froid appliqué aux larves du troisième stade ne fait sentir son effet que quelques semaines plus tard, lorsque l'insecte est devenu adulte.

Influence de l'alimentation sur le nombre des générations. — BEI-BIENKO (1928) a signalé que la Punaise ornée avait deux générations par an lorsqu'elle

se nourrit des feuilles du Chou et seulement une quand elle s'alimente uniquement sur les hampes florales. Cette remarque méritait d'être confirmée ; si elle s'avérait exacte, elle permettait de supposer que les fleurs renfermaient une substance susceptible de provoquer la diapause imaginale.

J'ai élevé comparativement à une température constante de 28° cinq pontes émises le 21 avril par des couples provenant des mêmes géniteurs. Les larves issues de deux pontes ont été élevées ensemble sur des hampes florales, et celles des trois autres, sur des jeunes feuilles dont le pétiole plongeait dans de l'eau.

FIG. 97. — Jeune feuille de Chou ayant de nombreuses piqûres d'*E. ventralis*. Bordeaux, juin 1937 (Photo Ramadier).

Avec l'élevage sur fleurs, il a été obtenu 5 mâles et 2 femelles le 12 mai ; 2 mâles et 4 femelles le 13 ; les punaises nourries de feuilles de Chou sont devenues adultes également les 12 et 13 mai (7 mâles et 3 femelles le 12, 6 femelles le 13).

On pouvait objecter que ces insectes provenaient de lignées élevées depuis plusieurs générations dans des conditions artificielles et que la température de 28° pouvait modifier la physiologie des animaux.

En conséquence, une nouvelle expérience a été faite l'année suivante avec deux pontes produites en plein air le 28 et le 30 avril par un couple de punaises placées en automne dans une cage. L'élevage a été réalisé dans une étuve réglée à 25°. Les fleurs et le feuilles étaient changées tous les jours ; il a été tenu compte de l'évolution normale des fleurs en fruits en donnant au début des ra-

meaux porteurs de fleurs fraîches, puis des fleurs flétries et finalement de jeunes siliques.

Les punaises (ponte du 28 avril) nourries de fleurs et de fruits sont devenues adultes le 19 (1 mâle), le 21 (4 mâles et 2 femelles) et le 22 juin (1 mâle) ; celles (ponte du 30 avril) qui furent alimentées de jeunes feuilles, le 21 juin (1 mâle), le 23 (2 femelles), le 24 (1 mâle) et le 25 (1 femelle).

On peut donc conclure de ces expériences que la nourriture fournie par les feuilles ou par les fleurs et les fruits ne modifie pas la croissance des insectes.

Ce premier point étant acquis, il restait à démontrer qu'une alimentation floricole n'empêche pas le développement des organes génitaux et la production d'une seconde génération. Les insectes obtenus sur les fleurs à la première série d'essais ont été divisés en deux lots : le premier (3 mâles et 3 femelles) a été élevé sur des fleurs à la température constante de 28° ; le second (3 mâles et 3 femelles) a été placé sur des Choux en plein air. La première ponte des punaises élevées sur les fleurs à 28° a été notée 16 jours après la dernière mue imaginale ; d'autres pontes ont eu lieu les jours suivants ; les insectes placés sur les Choux en plein air ont fait également preuve d'une fécondité normale.

Les insectes provenant de la seconde série d'essais ont été nourris exclusivement de fleurs de Chou et maintenus à la température constante de 25° ; la première ponte a eu lieu 13 jours après la mue imaginale. Un couple isolé (mâle et femelle devenus adultes le 21 juin) a donné des œufs féconds les 4, 7, 9 et 11 juillet.

Les fleurs de Crucifères n'ont donc pas entraîné le déclenchement de la diapause dans une proportion plus élevée que ne l'ont fait les feuilles ; d'ailleurs les punaises hibernantes en liberté ne se nourrissent pas exclusivement des fleurs mais piquent alternativement les tiges florales, les fruits et les feuilles.

H. — HIBERNATION

Toutes les études biologiques faites sur la Punaise ornée du Chou mentionnent que cet Insecte, comme la plupart des insectes hibernants, gagne à l'automne des abris qui le protégeront du froid. On trouve en effet, au début de l'hiver, un assez grand nombre de punaises plus ou moins bien dissimulées sous les mottes de terre, les feuilles mortes, les pierres, etc... Durant toute la mauvaise saison, les insectes se tiennent immobiles, par petits groupes excédant rarement quatre ou cinq individus ; les antennes sont ramenées sur la face ventrale et allongées parallèlement au rostre, les pattes sont repliées sur le thorax et l'abdomen, les tibias formant un angle aigu avec le fémur et les tarses étant fortement recourbés vers l'axe du corps.

J'ai cependant toujours trouvé, pendant l'hiver, des punaises dissimulées dans les « pommes » de Choux de Bruxelles ou entre les feuilles moyennes des

Choux verts ; cette observation m'a amené à supposer que la localisation des punaises dans le sol n'était pas imputable à la recherche d'un milieu plus chaud.

Il s'agissait, tout d'abord, de préciser si ces insectes sont sensibles au froid et si leur hibernation dans le sol n'est pas due au hasard, les insectes surpris par le froid tombant de la plante-hôte puis se traînant sous l'abri le plus proche.

Dans ce but, j'ai placé, au mois de novembre 1937, une centaine de punaises dans une étroite cage vitrée épaisse de 2 cm, remplie à moitié de terre et de petites pierres, c'est-à-dire présentant les mêmes caractéristiques que les terrains de la région lyonnaise. Le froid a été vif durant l'hiver 1937-1938 (minimum — 14°) ; 50 % des punaises sont mortes entre le mois de novembre et la mi-janvier ; les autres sont restées dans la partie libre de la cage, en position le plus souvent horizontale, solidement agrippées par les tarses au plafond de la cage qui était nettement moins éclairé que le reste, ou bien posées à même sur le sol ; aucune n'a pénétré dans le sol meuble.

La température a été très douce (moyenne 8°) durant la seconde quinzaine de janvier, et j'ai noté que les 2/3 des insectes ont quitté le haut de la cage et sont descendus ou se sont laissé tomber sur le sol ; au cours de la période froide qui est survenue par la suite, les punaises placées à la surface de la terre sont restées immobiles mais ont agité légèrement les pattes dès qu'on les touchait avec un pinceau. Les insectes se sont déplacés lentement lorsque la température a atteint + 8° à + 10° et ont repris leur position primitive dès que la température a été inférieure à ces chiffres. Il semble donc, d'après cette expérience, que la localisation des insectes dans le sol est la résultante de deux phénomènes bien différents : tout d'abord une action purement mécanique, la chute des insectes sur le sol par suite du froid, et en second lieu d'un phototropisme négatif se manifestant à l'approche de l'hiver.

J'ai refait cet essai à Versailles le 15 novembre 1944 ; 25 couples ont été déposés dans une cage grillagée, haute de 60 cm, où un gros Chou a été repiqué ; des feuilles de Chou ont été réparties sur le sol afin de fournir un abri sous lequel les insectes pouvaient se réfugier. 5 jours plus tard, je n'ai trouvé que trois *Eurydema* sur le Chou ; tous les autres se tenaient dans les encoignures supérieures de la cage qui constituaient les parties les plus sombres de celle-ci. La journée étant pluvieuse et la température de 12°, j'ai placé à 12 heures toutes les punaises sur le Chou ; à 14 heures, quelques punaises étaient encore sur la plante mais la plupart ont erré sur le grillage. Le lendemain, la température diurne moyenne étant de + 12°, toutes les punaises ont circulé sur le grillage et le 25 novembre elles ont regagné les angles supérieurs de la cage, principalement ceux orientés vers le nord ; aucune Punaise n'a été trouvée sur le Chou ni sous les feuilles placées sur le sol.

D'autres facteurs, l'humidité en particulier, pouvaient intervenir ; j'ai placé le 30 janvier 15 couples récoltés dans une cage en plein air, dans un manchon de mousseline divisé en trois parties : le tiers médian était entièrement recouvert d'un papier noir ; une extrémité était disposée au-dessus d'une large

cuvette remplie d'eau, et recevait en outre une pulvérisation en fin brouillard ; de cette manière une humidité relative d'environ 80 à 90 % était réalisée dans cette région. L'autre extrémité du manchon n'était soumise à aucune influence particulière et l'humidité relative y était de 60 à 70 %. Les punaises ont alors été mises dans le manchon qui était maintenu à une trentaine de centimètres au-dessus du sol, la température étant de 8° et le ciel clair ; les punaises ont été réparties par moitié, aux deux extrémités du manchon. En 15 minutes toutes les punaises ont gagné la région médiane assombrie où elles sont restées immobiles, accrochées à la partie supérieure du manchon. L'expérience a été renouvelée à plusieurs reprises et a toujours donné les mêmes résultats.

C'est donc à un phototropisme négatif qu'il convient d'attribuer la répartition dans les couches superficielles du sol des insectes entrant en diapause

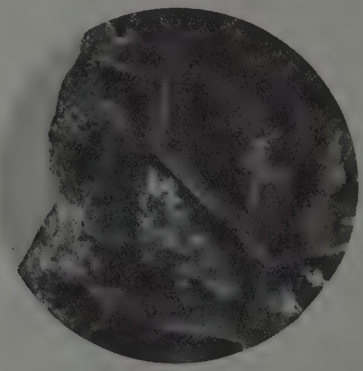


FIG. 98. — Piqûre d'*E. ventralis* femelle sur une feuille de Chou vert. Bordeaux, juin 1937 (Photo Ramadier).

et non à un thermotropisme positif ; ce phototropisme négatif se manifeste d'ailleurs d'une façon identique chez les insectes parvenus au même état physiologique et élevés dans une pièce où la température oscille entre 15° et 23°.

La mortalité durant la période hivernale est parfois élevée ; elle est due pour une faible part au froid puisque les insectes qui ont hiverné à la partie supérieure des cages pendant l'hiver 1944-1945 (minimum — 18,5°) n'ont eu qu'une mortalité de 8 % ; elle a été de l'ordre de 60 à 90 % tant à Versailles qu'à Lyon pour les insectes séjournant dans le sol et paraît due à l'asphyxie des insectes par les particules terreuses s'agglomérant autour d'eux et par l'eau stagnant dans les couches superficielles du sol à la suite des fortes précipitations hivernales ou de la fonte des neiges.

IV. — ACTION DES PIQURES SUR LES PLANTES

Avant de s'alimenter, la Punaise adulte agite légèrement les antennes et explore la surface de la feuille à l'aide du rostre et des pattes antérieures. Le lieu de la piqûre étant choisi, elle enfonce ses ongles dans l'épiderme et communique aux stylets, qui sont à ce moment sensiblement perpendiculaires au substratum, un rapide mouvement de va-et-vient qui entraîne la perforation de la feuille. Elle envoie ensuite à l'aide de sa pompe à salive quelques gouttelettes de salive dans les tissus lésés ; le contenu des cellules de la feuille situées au voisinage immédiat des stylets est rapidement désorganisé et transformé en un liquide légèrement sirupeux qui est ensuite aspiré.

L'épiderme étant perforé, l'animal fait plier les stylets presque à angle droit et ceux-ci se déplacent alors suivant un plan sensiblement horizontal jusqu'à ce qu'ils soient parvenus à leur complète extension. Les membranes cellulaires sont traversées par les maxilles et les mandibules qui progressent alternativement. Ainsi que l'a observé Baker (1927) chez des punaises prédatrices, l'extrémité isolée de chaque maxille s'incurve vers la région axiale ; le maxille gauche, par exemple, va s'enrouler vers la droite et le maxille droit en glissant contre le gauche vient contrarier cette incurvation ; les deux maxilles étant à la même hauteur forment un ensemble rectiligne ; le maxille droit continuant sa course dépasse l'autre et son extrémité va alors s'incurver vers la gauche. La résultante de ces mouvements est que les tissus végétaux sont lacérés sur une largeur supérieure à celle des stylets ; cela s'observe particulièrement bien à la partie terminale du trajet suivi par les stylets où il se produit un léger évasement. De temps à autre, l'Insecte rétracte partiellement ses stylets et les envoie dans une direction légèrement différente de la même manière que précédemment ; cette opération peut se répéter un grand nombre de fois et finalement les tissus de la feuille sont explorés méthodiquement suivant un secteur plus ou moins étendu ; les stylets des femelles complètement déployés peuvent atteindre des cellules situées à 2,8 mm du point de ponction.

Il arrive que les stylets, au cours de leur progression dans les tissus de la plante, ne se maintiennent pas dans un plan parallèle aux cellules épidermiques et perforent celles-ci ; l'extrémité des maxilles et des mandibules peut alors émerger à la face inférieure et plus fréquemment à la partie supérieure de la feuille (fig. 99) ; la Punaise rétracte alors ses stylets et les fait cheminer dans une autre direction.

Durant toute la période d'alimentation, la tête est animée de petits mouvements saccadés de bas en haut, les antennes restant étendues et à peu près immobiles. Pour utiliser les mandibules et les maxilles au maximum, l'Insecte incline fortement la tête jusqu'à ce que l'extrémité du labre vienne effleurer la surface de la feuille ; en outre, le labium s'infléchit à l'articulation des seg-

ments I et II de sorte que ces deux segments sont presque appliqués l'un sur l'autre. Il cesse généralement de s'alimenter quand il a exploré un peu plus d'un demi-cercle ; il peut envoyer ses stylets vers l'arrière, mais cette manœuvre, plus difficile, est rarement exécutée, ou encore, d'une façon irrégulière dans plusieurs directions. Le plus souvent, l'animal rétracte à ce moment ses pièces buccales par un mouvement saccadé de la tête, de bas en haut, et en s'arc-boutant sur les pattes antérieures.

L'Insecte peut aussi pivoter autour du rostre et les tissus de la plante peuvent être détruits suivant un cercle complet ; presque toujours une gouttelette limpide ou légèrement brunâtre perle au point de ponction quelques minutes après le départ de l'animal. La durée de la piqûre varie de 1 à 30 minutes.

FIG. 99. — Mode d'exploration des stylets d'*E. ventralis* mâle dans les tissus lacuneux d'une feuille de Chou vert ; le point de pénétration est l'orifice situé le plus à droite ; les petites perforations ont été faites par les stylets qui ont traversé l'épiderme inférieur au cours de leur progression dans les cellules du tissu lacuneux.

Les adultes et les larves lèsent de préférence les bords des feuilles où l'épiderme est moins épais. Les larves se nourrissent d'une manière en tous points similaire à celle des adultes mais leurs mouvements sont beaucoup plus vifs que ceux des imagos ; elles pivotent fréquemment autour du point de pénétration des stylets ; en agissant de cette manière, elles provoquent des lésions presque complètement circulaires (à l'exception des larves au deuxième stade) et d'un diamètre d'autant plus réduit que la larve est plus jeune.

L'aspect des lésions varie suivant l'âge des insectes. Les larves au premier stade ne mangent pas et restent à peu près immobiles sur la ponte jusqu'à la première mue. Celles du deuxième stade, qui possèdent des stylets de très petite taille, font des piqûres ayant un diamètre d'environ 1 mm s'étendant le plus souvent sur un arc de cercle n'excédant pas 200 gr. La piqûre est peu distincte sur les tissus âgés ; elle provoque un affaissement de l'épiderme supérieur de la feuille par suite de la disparition du contenu des cellules palissadiques. Sur les feuilles très jeunes, on peut observer un secteur présentant de 4 à 16 branches.

Les larves au troisième stade larvaire occasionnent des lésions plus importantes ; l'Insecte peut envoyer ses stylets dans toutes les directions autour du point de pénétration ; il en résulte une tache sensiblement circulaire d'un diamètre de 1,5 à 1,8 mm ; il est fréquent cependant que les stylets rayonnent dans un secteur de 90 à 250 gr.

Les piqûres des larves au quatrième et au cinquième stades sont comparables à celles effectuées par les larves au troisième stade. Leur diamètre est un peu plus grand : 2 mm à 2,2 mm pour les femelles au quatrième stade et 2,5 mm pour les femelles au cinquième stade. Les lésions produites par les larves mâles sont un peu plus petites.

Les mâles et le femelles adultes lèsent les cellules respectivement dans un rayon de 1,5 mm (mâles) à 2,8 mm (femelles) autour du point de pénétration des stylets.

Au bout de quelques jours, l'aspect étoilé des piqûres disparaît par suite de la mort des cellules intercalaires qui n'avaient pas été directement touchées par les pièces buccales de l'Insecte ; la lésion devient blanc verdâtre puis d'un blanc légèrement gris, visible sur les deux faces de la feuille et son contour est alors sensiblement circulaire.

L'action des piqûres d'Homoptères ou d'Hétéroptères sur les tissus végétaux a été étudiée par DAVIDSON (1923) avec *Aphis fabae* SCOP, K. M. SMITH (1926) avec l'Aleurode *Asterochiton vaporariorum* WESTW., les cochenilles *Aspidiotus hederae* VALLOT, *Dactylopius longispinus* TARG. TOZZ., et les Aphides *Myzus persicae* SULZ., *M. circumflexus* BUKT, et *Macrosiphum solanifollii* ASHM., les *Jassidae : Eupteryx auratus* LIV., et *Erythroneura* (*Zygina*) *pallidifrons* EDW. Les travaux de FLOYD SMITH et POOS (1931) ont porté sur 6 Cicadelles appartenant au genre *Empoasca* ; ils ont noté que 5 espèces produisaient des taches ou des mouchetures caractéristiques à la face supérieure des feuilles, qui paraissent être plutôt attribuables à une action mécanique qu'à un effet toxique de la salive ; la piqûre d'*E. fabae* HARRIS est faite de préférence sur les pétioles ou les tiges tendres de plantes et localisée aux tissus libériens.

La salive des Capsides est généralement très toxique pour les cellules de la plante-hôte ; les cellules avoisinant le point de pénétration des stylets de *Calocoris bipunctatus* FAB., et de *Lygus pabulinus* sont tuées et une large zone de tissus morts délimite chaque piqûre (K. M. SMITH (1926). L'action de la piqûre d'un autre Capside, *Psallus seriatus* REUT., sur les feuilles du Cotonnier a été étudiée par PAINTER (1930) ; il a noté que le cytoplasme des cellules manifeste une tendance à se plasmolyser dans le voisinage du point de pénétration des stylets ; les parois des cellules et de l'épiderme sont détruites mécaniquement sans que l'action dissolvante de la salive intervienne.

La piqûre occasionnée par *E. ventralis* présente de grandes similitudes avec celle des Capsides. Au cours de leur progression, les stylets aidés par l'action de la salive, déchirent les parois des cellules ; la salive a une action très énergique sur les divers constituants de la cellule et notamment sur les chloroplastes;

les cellules situées à proximité immédiate des cellules lésées sont fortement plasmolysées (fig. 100) ; les parois des vaisseaux ligneux peuvent être détruites ou fortement altérées ; tout le pourtour de la zone détruite est bordé d'une masse brunâtre plus ou moins épaisse. Presque toujours, les piqûres sont faites dans le limbe foliaire ; il arrive cependant que les stylets pénètrent directement dans les faisceaux libéro-ligneux ; la figure 101 représente des tissus de feuille de

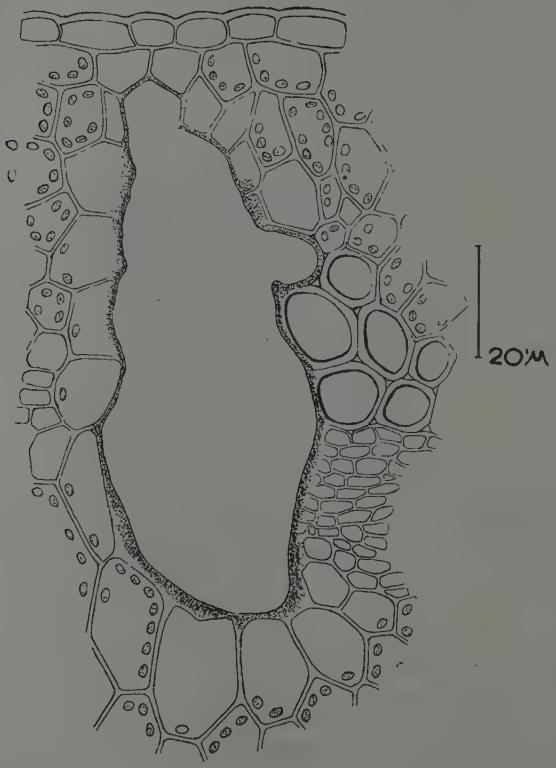


FIG. 100. — Piqûre d'*E. ventralis* femelle sur feuille de Chou vert. Col. Hématoxyline-éosine.

Chou fixés au moment où, la punaise venant de faire pénétrer ses stylets, la salive n'a pas encore diffusé dans les cellules blessées.

La netteté des lésions occasionnées par les punaises aux divers stades de leur existence sur les feuilles de Crucifères et l'homogénéité des tissus qu'elles détruisent permettent de déterminer d'une façon assez précise la quantité de nourriture ingérée suivant l'âge, le sexe et la température.

La larve ne commence à piquer les feuilles que 10 à 12 heures après la première mue.

Le nombre quotidien de piqûres effectuées par les larves aux divers stades varie dans d'assez fortes proportions suivant les individus, mais les totaux présentent des écarts beaucoup moins accusés. Des larves de la seconde génération

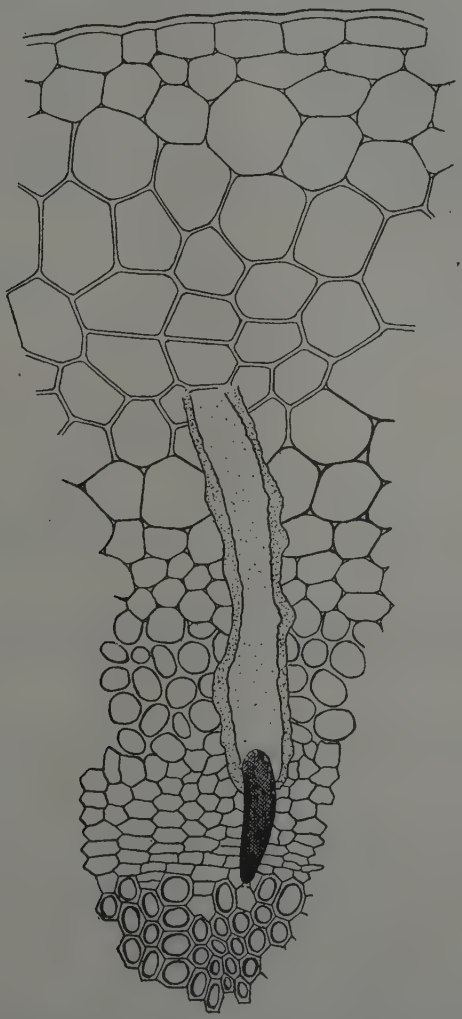


FIG. 101. — Piqûre d'*E. ventralis* femelle dans une nervure secondaire de feuille de Chou vert avec les stylets en place : fixation au moment du début de la piqûre.

et venant de subir la première mue ont été élevées individuellement au début de septembre sur des feuilles coupées à la température constante de 25°. La figure 102 indique le nombre moyen de piqûres effectuées par des larves mâles

(en pointillé) et des larves femelles (en trait plein) ; les dates auxquelles se sont produites les deuxième, troisième, quatrième et cinquième mues sont indiquées par les chiffres 2, 3, 4, 5 encadrés d'un trait plein (femelles) ou pointillé (mâles) ; d'une façon générale, les piqûres sont plus nombreuses au milieu de la période qui sépare les deux mues, sauf pour le dernier stade larvaire, où c'est au contraire à ce moment que l'animal se nourrit le moins souvent ; cela correspond vraisemblablement à la période où s'amorcent les phénomènes préliminaires à la métamorphose. Durant tout leur développement larvaire, les mâles se sont alimentés en moyenne à 576 reprises et les femelles 728 fois ; aux troisième, quatrième et cinquième stades, les femelles se nourrissent plus fréquemment que les mâles et leurs piqûres sont plus étendues.

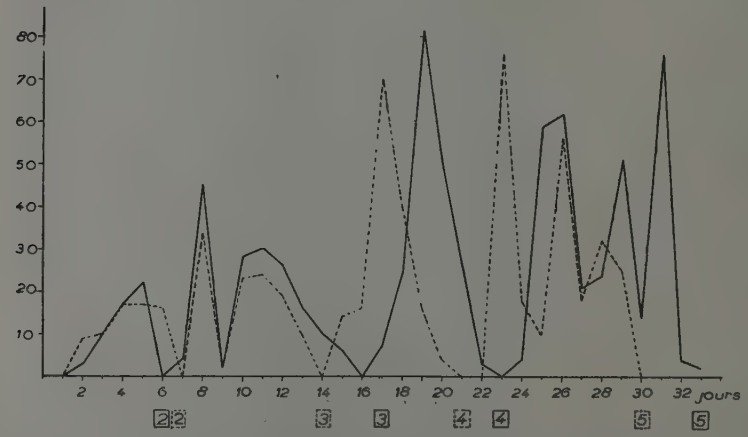


FIG. 102. — Nombre de piqûres effectuées par les larves mâles (en pointillé) ou femelles (en trait plein) aux 2e, 3e, 4e et 5e stades larvaires, élevées à la température constante de 25°.

J'ai opéré de la même manière avec des mâles et des femelles venant de subir la mue imaginale et élevés individuellement aux températures constantes de 23 et 33° ; il existe de grandes différences suivant le sexe et les individus ; la figure 103 représente le nombre de piqûres réalisées quotidiennement par une femelle élevée à 33° et la figure 104 celui d'une femelle élevée à 23° ; les triangles noirs indiquent les dates des pontes.

Les adultes ont deux sortes d'excréments ; les uns sont des gouttelettes tantôt petites, tantôt volumineuses, légèrement jaunâtres, qui correspondent à l'évacuation rapide de l'eau. Les autres se présentant sous la forme d'un liquide épais, noir, déposés à la surface des feuilles en petits amas sirupeux et de couleur noir brillant, constituent les résidus de la digestion ; il est parfois émis des gouttelettes d'une consistance intermédiaire entre les deux précédentes.

La numération des gouttelettes excrémentielles a été réalisée aisément

par la mise en place dans chaque boîte de Pétri d'un papier filtre imbibé de rouge de méthyle et changé chaque jour. L'examen de la figure 104 (élevage à la

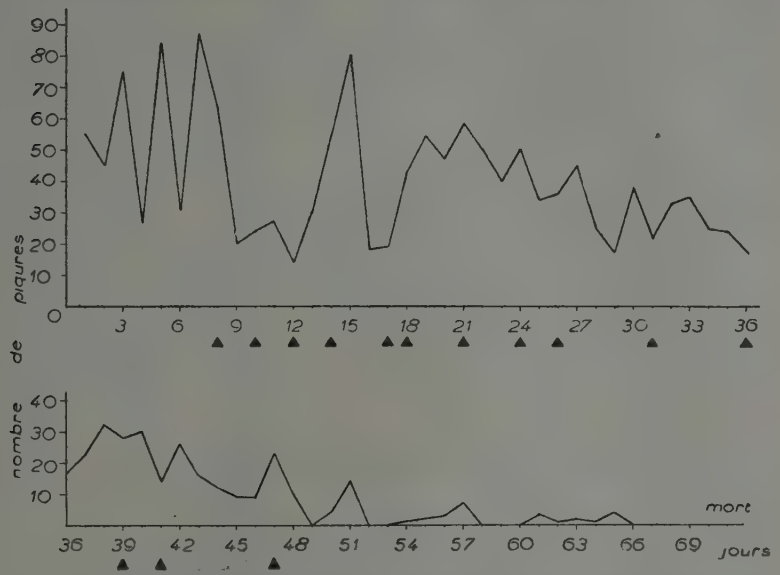


FIG. 103. — Nombre de piqûres effectuées par une femelle élevée à la température constante de 33°.

température constante de 23°) montre que l'alimentation, comme la défécation, se font d'une façon irrégulière et que le nombre des gouttelettes claires est 4,5 fois plus élevé que celui des gouttelettes noires.

V. — FACTEURS LIMITATIFS DE LA PULLULATION

A. — PARASITES VÉGÉTAUX

Les élevages d'*E. ventralis* réalisés dans les étuves ont été décimés au printemps et à plusieurs reprises par un champignon appartenant au genre *Sterigmatocystis* (1-2). Ce champignon amène la mort des larves aux quatrième et cinquième stades et des adultes ; il se développe sur les punaises à partir des températures de 18-20° et surtout dans les élevages conduits à des températures plus élevées (28-33°) et à une H. R. de 85 à 100 %. Les insectes sont tués en moins de 24 heures mais leur vitalité ne diminue qu'une douzaine d'heures avant leur mort. La punaise parasitée est recouverte de bouquets de conidio-

(1) Détermination de M. ARNAUD.
(2) Ce genre n'avait été signalé jusqu'à ce jour que comme parasite des larves de Lépidoptères.

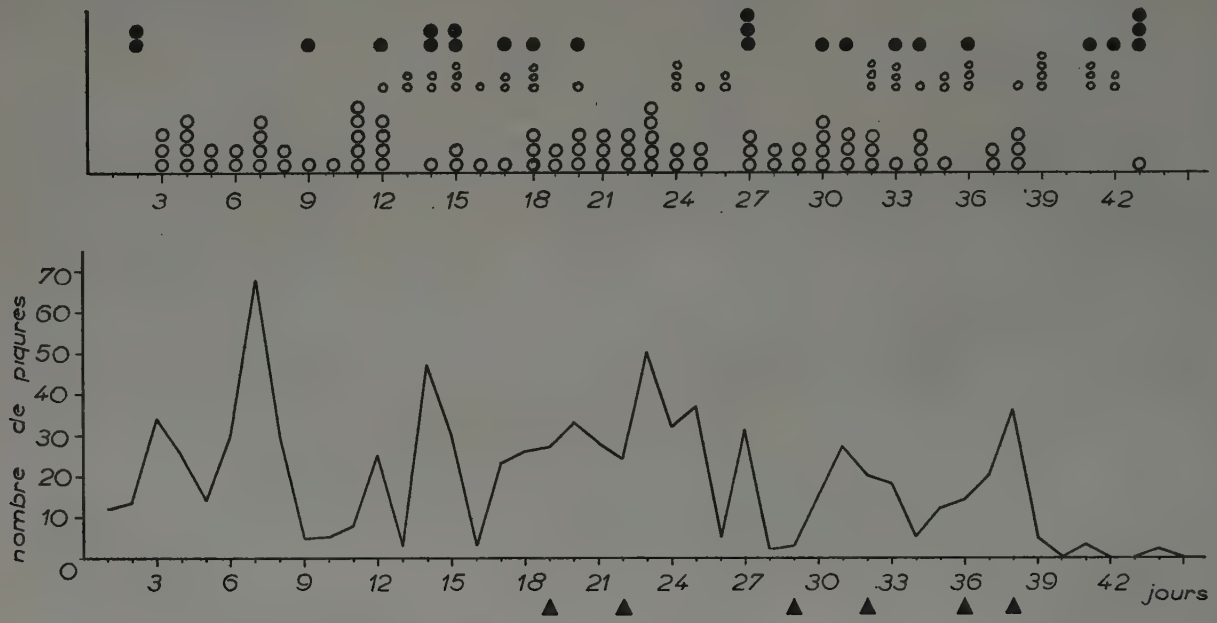


FIG. 104. — Nombre de piqûres, gouttelettes excrémentielles claires et noires effectuées par une femelle élevée à la température constante de 23°.

phores particulièrement abondants chez les adultes au niveau de la base des hanches, principalement celles des deuxième et troisième paires, des articulations des pattes et des antennes, ainsi que des membranes intersegmentaires du thorax ; quelques conidiophores émergent également des dépressions cuticulaires existant sur les pattes et le rostre. Dans la région abdominale, les conidiophores ne se trouvent que sur la membrane reliant le huitième au neuvième segment abdominal. Les mâles et les femelles sont parasités dans la même proportion.

Chez les larves, les conidiophores émergent principalement à la face dorsale de l'abdomen, dans les aires s'étendant entre les taches noires des premier, deuxième et surtout des troisième et quatrième tergites visibles ; il en existe également un peu sur le cinquième tergite et très rarement au-delà. Les conidies ont d'abord une couleur d'un blanc laiteux qui vire en quelques heures au jaune soufre.

Il n'a pas été observé dans la nature de larves ou d'adultes attaqués par ce champignon (1).

B. — PARASITES ET PRÉDATEURS ANIMAUX

Plusieurs espèces d'insectes parasitent les œufs ou les adultes d'*E. ventralis*.

Uvarov (1914) a trouvé dans la région de Stavropol des adultes tués par une Tachinaire appartenant au genre *Phasia* et des œufs parasités par un Proctotrypide : *Trissolcus Simonii* Mayr. Vassiliev (1915) a décrit un autre Proctotrypide : *Microphanurus eurydemae* qui détruit aux environs d'Astrakan jusqu'à 70 % des œufs d'*E. ventralis*, E. *ornata* L. et *Carpocoris purpuripennis* Deg.

Trissolcus Simonii existe également en Yougoslavie : Voukassovitch (1926) a signalé que la femelle est apparemment capable de faire la discrimination entre les œufs déjà parasités et ceux qui ne le sont pas puisqu'elle dépose toujours sa ponte dans ces derniers.

Leonardi (1922) cite quatre espèces parasites des œufs : *Eulophus pectinicornis* (L.) Hl, *Misocoris oomyzus* Rond. *Telenomus pentatomae* Rond. et *Microphanurus semistriatus* Ness.

Servadei (1935) n'a observé dans la région de Bologne que *Trissolcus Simonii* Mayr où il est d'ailleurs assez rare.

J'ai trouvé à Lyon dans le courant du mois de juillet, quelques punaises parasitées par *Phasia crassipennis* F. (fig. 105). Au terme de son développement, la larve atteint 5 mm de long et occupe la quasi-totalité de la cavité générale de son hôte ; la tête est dirigée vers la région anale de la punaise et au voisinage

(1) Le Moult (1912) a obtenu au laboratoire une mortalité totale d'*E. ventralis* en contaminant les insectes avec une culture de *Sporotrichum globuliferum* ; opérant dans des conditions analogues. Picard et Blanc (1913) ont utilisé avec succès *Cocobacillus cajae*.

des tubes de Malpighi. Le corps de la larve repose le long du tube digestif de l'hôte.

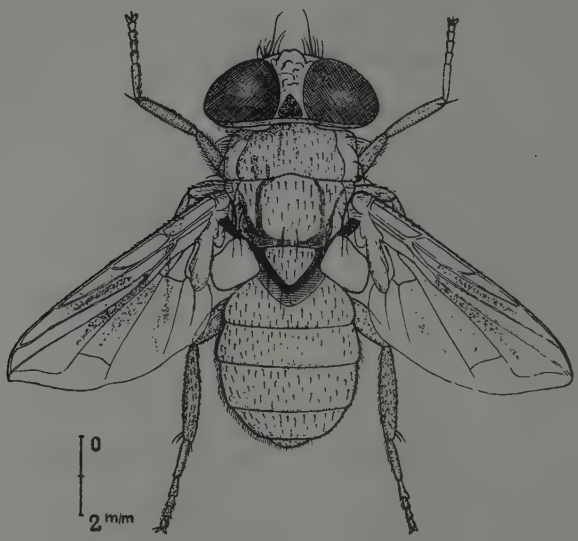


FIG. 105. — *Phasia crassipennis* F.

Phasia crassipennis exerce une action frénatrice des plus réduites sur la pullulation d'*E. ventralis* dans la région lyonnaise ; je n'ai trouvé que 7

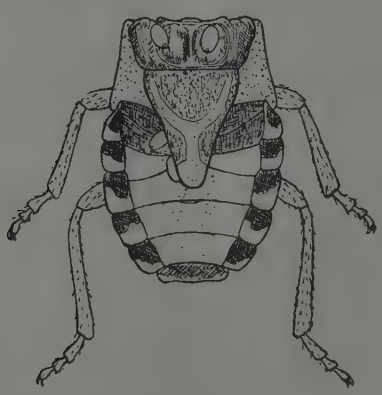


FIG. 106. — *E. ventralis* femelle porteuse de 4 œufs de *Phasia crassipennis*.

insectes parasités sur environ 1.200 punaises examinées ; cependant j'ai observé fréquemment des punaises porteuses d'un ou de plusieurs œufs de

Phasia (fig. 106) ; ceux-ci, de teinte jaune clair à surface finement ponctuée, sont facilement visibles. Cette espèce parasite plusieurs autres Pentatomides : *Aelia acuminata* L., *A. furcula* FIEBER, *Carpocoris pudicus* PODA, *Dolycoris baccarum* L., *Eurydema oleracem* L., *Palomena prasina* L., *Raphigaster griseus* F., des Scutellerides : *Eurygaster hottentatus* F., *E. integriceps* PUTON, *E. maurus* L., des Acanthosomides : *Elasmicha grisea* L. et des Coreides : *Mesocerus marginatus* L.

Microphanurus semistriatus NESS [1] parasite de 1 à 7 % des pontes ; c'est entre le 10 et le 30 juillet qu'il se montre le plus actif ; à une température moyenne de 23°, son développement exige 15 à 17 jours.

Les pontes qui ont été parasitées par cet Insecte sont aisément identifiables ; alors que l'œuf sain a l'opercule soulevé d'un côté par la jeune Punaise au moment de l'éclosion, celui d'où est éclos le Proctotrypide a un opercule irrégulièrement déchiré.

Tant à Lyon qu'à Bordeaux, *Trissolcus Simonii* MAYR., parasite de 1 à 5 % des œufs d'*E. ventralis*.

Les oiseaux, et notamment les merles, les cailles, les freux, les rouges-gorges, consomment un petit nombre de larves ou d'adultes de la Punaise ornée.

c) *Facteurs abiotiques*. — On attribue généralement une influence primordiale à l'action des parasites ou prédateurs végétaux et animaux sur la limitation de la pullulation des insectes ; ceci est exact pour un grand nombre d'insectes phytophages, et en particulier pour ceux qui possèdent une faculté de reproduction considérable, résultant d'une grande fécondité ou d'un nombre élevé de générations dans l'année ; un des meilleurs exemples est fourni par les Aphides. Le rôle des agents climatiques est d'une estimation plus délicate et son importance n'est pas toujours appréciée à sa juste valeur.

Afin de déterminer l'importance des facteurs limitant la pullulation de la Punaise du Chou, des numérations fréquentes ont été faites en 1938 et en 1939 dans une importante culture de Choux très fortement attaquée par cet Insecte. Les observations ont porté sur une surface de 10 m² délimitée par quatre piquets ; le sol était soigneusement râtissé à cet endroit afin de pouvoir dénombrer les punaises mortes qui tombaient sur la terre et la parcelle était recouverte d'un filet placé à 1,50 m au-dessus du sol. Les feuilles des plantes étaient examinées fréquemment et les cadavres des insectes enlevés.

Les chiffres obtenus ont été ramenés à la descendance de 100 hibernants (50 mâles et 50 femelles) ; la figure 108 schématise les résultats obtenus pendant l'année 1938 ; les 50 couples ont pondu en moyenne 70 œufs soit 3.500 œufs ; les œufs pondus en dernier ont été parasités par *Microphanurus semistriatus* et *Trissolcus Simonii* dans une proportion de 2 % ; 30 œufs ont été ainsi détruits et en se référant aux résultats obtenus par des élevages en plein air dans des cages grillagées 6 % des larves sont mortes au moment de l'éclosion et environ 40 % au cours des différentes mues. Les pluies, et principalement les orages

[1] Détermination de M. GRANGER.

entraînent la mort d'un très grand nombre d'insectes, larves ou adultes ; 60 % environ des insectes ont été tués depuis le début d'avril jusqu'à la fin du mois de juillet ; 0,6 % des adultes ont été parasités par *Phasia crassipennis* et l'on peut estimer à 5 % le nombre des larves et adultes consommés par les oiseaux. Près de 700 insectes sont ainsi parvenus au stade adulte ; ils étaient donc 7 fois plus nombreux que leurs parents ; 80 % d'entre eux sont entrés en diapause et seulement 150 adultes ont donné naissance à une seconde génération.

La fécondité de ces 75 couples a été beaucoup plus faible que celle des insectes hibernants ; en outre, bon nombre d'entre eux ont été détruits par les violents orages survenus en juillet ou août avant d'avoir produit une seule ponte et la ponte totale a été d'environ 2.700 œufs ; 8 % d'entre eux ont été détruits par *Microphanurus semistriatus* et *Trissolcus Simonii*. La mortalité des

FIG. 107. — *Microphanurus striatus* Ns.

larves à la naissance et au moment des mues a été de l'ordre de 60 %, elle a été plus élevée que pour les larves de la première génération, principalement au début de l'automne, par suite de conditions climatiques défavorables (basses températures et humidité relative de l'air plus élevée) ; le rôle des oiseaux semble avoir été du même ordre que pour la première génération.

Enfin, la fréquence des orages et l'accumulation prolongée de l'eau entre les feuilles de Chou qui, par suite de la croissance des plantes, étaient plus étroitement appliquées les unes sur les autres que chez les jeunes plantes au printemps ont entraîné un très gros déchet, de l'ordre de 80 %, parmi les larves et les adultes. Finalement 200 insectes environ ont pu terminer leur développement et s'enfouir en automne.

Les 50 couples hibernants ont donc donné 600 insectes qui sont entrés en diapause dans le courant de l'été et 200 adultes de deuxième génération soit 800 en tout ; à la fin de l'hiver 1938-1939, un grillage a été mis en place au-dessus de la parcelle de 10 m² sur laquelle les observations avaient été faites ; 132 insectes seulement ont émergé du sol au printemps ; l'hivernage a donc entraîné

une mortalité de 83 % et la descendance des 100 adultes apparue au printemps de l'année 1938 ne comprenait finalement que 132 insectes au printemps de l'année 1939 soit une augmentation de 30 %.

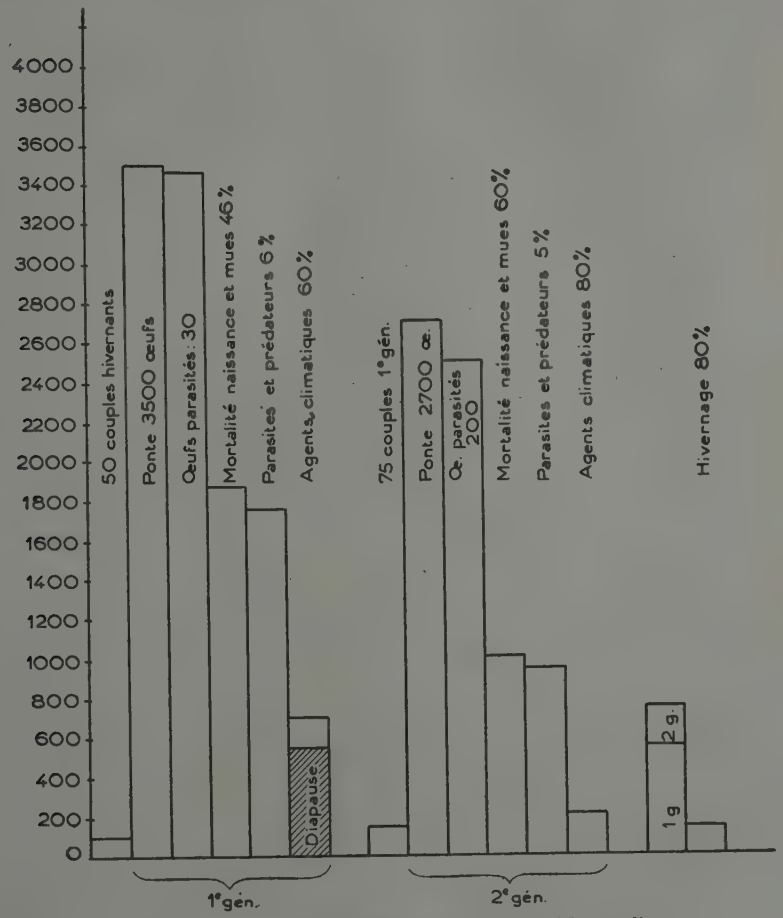


FIG. 108. — Facteurs limitatifs de la pullulation d'*E. ventralis* dans la région lyonnaise en 1938.

La récapitulation de ces résultats montre que pour l'année 1938, l'importance globale des facteurs limitatifs de la pullulation de la Punaise du Chou et le pourcentage des insectes survivants ont été les suivants (fig. 109).

1) Parasites et prédateurs	6 %
2) Mortalité à la naissance et au moment des mues	50
3) Insectes ayant engendré une 2e génération	2,4
4) Mortalité par des agents climatiques pendant la période active de l'insecte.	29
5) Mortalité pendant l'hivernage	10
6) Adultes hivernants survivants	2

On voit que la mortalité la plus élevée est celle qui se produit au moment de la naissance et des mues ; les agents climatiques, et notamment la pluie, constituent le second agent important ; les agents biotiques ont une action des plus réduites.

La plus ou moins grande pullulation d'*E. ventralis* est intimement liée aux conditions climatiques : d'une manière générale, les printemps et les étés secs et chauds favorisent la multiplication de l'Insecte ; les contrées à climat humide, à précipitations fréquentes ou violentes ne permettent pas son extension.

Dans les régions où la Punaise ornée du Chou est commune, le nombre et

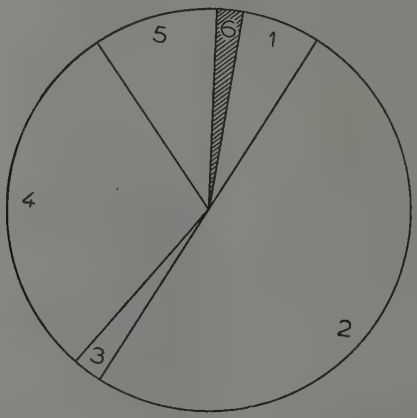


Fig. 109. — Importance relative, pour les deux générations, des facteurs de destruction de la Punaise ornée du Chou dans la région lyonnaise en 1938.

l'importance des précipitations sont les causes principales des fluctuations numériques de l'Insecte ; les pluies violentes ou prolongées qui ont lieu pendant les mois de mai et juin détruisent un grand nombre de larves de la première génération. Elles sont relativement moins actives, toutes conditions égales par ailleurs, lorsqu'elles se produisent plus tardivement : dans le courant des mois de juillet et d'août, elles affectent principalement des larves âgées et des adultes, plus résistants que les jeunes larves ; en septembre et octobre, elles ne peuvent atteindre qu'un nombre restreint d'individus, puisque la plupart des adultes de la première génération sont en diapause.

VI. — MÉTHODES DE LUTTE

On peut envisager contre la Punaise ornée du Chou des méthodes de lutte culturales, mécaniques et chimiques.

a) *Méthodes culturales.* — Les punaises adultes de la première génération qui entrent en diapause ainsi que celles de la seconde génération se réfugient

ordinairement sous les débris organiques, les pierres, entre les mottes de terre et à une faible distance de l'endroit où elles ont terminé leur développement.

Il est donc des plus recommandables de veiller à ce que les cultures de Crucifères ne se succèdent pas sur le même terrain ni à son voisinage immédiat.

E. ventralis pouvant se développer sur des Crucifères sauvages, la destruction de ces plantes dès le début du printemps incite les punaises adultes à rechercher leur nourriture en d'autres endroits. On peut également, dans les champs fortement infestés l'année précédente et cultivés en une plante autre qu'une Crucifère, laisser subsister de place en place des Crucifères sauvages jusqu'à la fin du mois de mai ; la destruction de ces plantes qui auront reçu à ce moment la majeure partie des pontes et sur lesquelles les larves auront commencé leur développement permettra de détruire un grand nombre d'insectes.

La méthode des plantes-pièges peut également être envisagée ; le mieux est de repiquer de place en place, dans les terres fortement infestées l'année précédente, de jeunes Choux sur lesquels se rassembleront les adultes hivernants. On pourra les détruire par des pulvérisations insecticides effectuées à plusieurs reprises ou encore les laisser pondre et procéder ensuite à l'arrachage des plantes-pièges ; cette méthode donne de bons résultats à la condition que les Crucifères adventices soient soigneusement éliminées.

Cet Insecte n'a pas occasionné en France de dégâts sur le Colza ; MAGERSTEIN (1937) signale qu'il peut, dans la région de Dresde, diminuer le rendement de cette plante de 20 à 25 %. Au cas où des faits analogues se produiraient en France, le labour du champ immédiatement après l'enlèvement du Colza permettrait d'enfouir une certaine proportion d'adultes et surtout de larves ; des façons superficielles pourront être nécessaires par la suite afin de détruire les « repousses » ou les plantules provenant des graines tombées et qui peuvent héberger des insectes survivants.

b) *Méthodes mécaniques.* — Il est facile de capturer les Punaises hivernantes au moment des premiers accouplements (fin avril, début mai) et par une journée ensoleillée ; les insectes, isolés ou accouplés, se tiennent de préférence à l'extrémité des feuilles mais se laissent tomber sur le sol s'ils sont inquiétés ; leur capture est facilitée par l'emploi d'une tôle ou d'un carton légèrement incurvé de manière à former un vaste cornet ; on peut également utiliser un grand entonnoir débouchant dans une boîte recevant les insectes capturés. L'opérateur doit se placer de manière à ne pas ombrager les plantes sur lesquelles se tiennent les insectes à capturer.

c) *Méthodes chimiques.* — Les adultes et, dans une moindre mesure, les larves sont très résistantes aux insecticides ; jusqu'à ces dernières années, les insecticides recommandés étaient peu efficaces, ou l'action phytocide de certain d'entre eux ne permettait d'en envisager l'emploi que dans des conditions très particulières.

REH (1913) a recommandé des pulvérisations d'une émulsion savonneuse de pétrole ou d'une solution de lysol à la concentration de 2 à 4 %.

VODOLAGIN (1925) préconise des pulvérisations d'eau savonneuse additionnées d'extrait de tabac, MAGERSTEIN (1938) des poudrages de cianamide, de kaïnite, ou des pulvérisations de bouillie sulfocalcique.

Les principaux composés insecticides de synthèse (D. D. T., H. C. H., S. P. C.) ont été très employés pour lutter contre ces insectes mais ont donné des résultats irréguliers. D'une manière générale, on n'observe plus qu'un très petit nombre d'Insectes après un traitement effectué sous forme de poudrage ou de pulvérisation avec un produit à base d'une de ces substances mais l'on trouve très peu de cadavres. Il semble que ces insecticides entraînent le déplacement des Insectes vers d'autres cultures mais que leur efficacité soit en réalité assez limitée.

J'ai procédé à un grand nombre d'essais de laboratoire ; les produits utilisés en poudrage ont été employés à la dose théorique de 30 kg à l'ha ; les Insectes étaient ensuite enlevés de la cloche de poudrage et transportés sur des feuilles de Chou non traitées. Il fut procédé d'une manière analogue avec les insecticides utilisés en pulvérisation : tous les produits étaient additionnés d'un mouillant.

Le tableau suivant résume les résultats de ces essais (BONNEMAISON, 1947). (Voir tableau p. suivante).

La conclusion que l'on peut tirer de ces essais est que quatre substances insecticides sont plus spécialement actives contre *E. ventralis* : le Thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle, l'Hexachlorocyclohexane, le Chlordane et la Roténone.

Le Thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle est un insecticide remarquablement efficace contre la Punaise du Chou ; des essais de plein champ effectués en 1948 sous forme de pulvérisation avec un produit renfermant 4 % de matière active et à la dose de 0,500 kg par hl ou sous forme de poudre à 1 % de M. A. ont occasionné une mortalité de 95 à 98 %.

Les insecticides à base d'Hexachlorocychlohexane renfermant 15 % d'isomère gamma ont fait preuve d'une efficacité bien supérieure à l'H. C. H. utilisé lors des essais mentionnés dans le tableau ci-dessus et dont la teneur en isomère gamma était notablement inférieure. En essais de plein champ, des pulvérisations d'un produit renfermant 12 % de M. A. dont 15 % d'isomère gamma et à la dose de 2 %, ont occasionné une mortalité de 70 à 82 % ; les produits à base d'isomère gamma en émulsion dans de l'huile blanche doivent être très efficaces. L'odeur désagréable de l'H. C. H. ne permet pas d'en envisager l'emploi pour la protection des plantes devant être consommées peu de temps après l'emploi ; dans ce dernier cas, la Roténone utilisée sous forme de poudrage à haute teneur en matière active ou les pulvérisations renfermant au minimum 0,1 g de Roténone par litre est recommandable. Il est à remarquer que les larves, notamment celles aux premier, deuxième et troisième stades sont beaucoup plus sensibles que les adultes à l'action des insecticides.

TABLEAU VI

Essais de laboratoire sous forme de poudrage et de pulvérisation sur les adultes

Produits essayés	Dilution	Conc. gr. par litre	% de mortalité et nombre de piqûres pour 100 insectes							
			24 h.		48 h.		72 h.		96 h.	
			mort	piq.	mort	piq.	mort	piq.	mort	piq.
Témoin			0	280	0	700	0	390	0	520
Pulvérisations à base de :										
Huile blanche d'été à 77 % M.A.	2,0	15,4	0	310	0	410	0	520	10	530
Nicotine alcaloïde à 98 %	0,4	3,92	20	0	20	0	40	0	60	0
Produit à 7,5 g de roténone et 850 g d'alcools terpéniques sulfonés par litre	1,0	0,075	0	30	20	50	40	0	60	0
Produit à 7,5 g de roténone et 850 g d'alcools terpéniques sulfonés par litre	2,0	0,15	10	0	100	0				
Produit renfermant 4 g de pyréthrine par litre	2,0	0,08	0	260	0	420	20	510	35	400
Thiodiphénylamine à 30 % M.A.	3,0	9,0	0	60	10	250	35	120	40	180
Dinitroorthocyclohéxylphénol à 10 % M.A.	0,4	0,4	0	60	0	110	10	0	10	90
Dichlorodiphényltrichloroéthane à 5 % M.A.	1,0	0,5	0	80	0	80	0	50	10	35
Dichlorodiphényltrichloroéthane à 5 % M.A.	3,0	1,5	0	60	10	30	20	30	30	20
Hexachlorocyclohexane techn. à 10 % M.A.	1,0	1,0	0	35	0	10	0	0	0	15
Hexachlorocyclohexane techn. à 10 % M.A.	3,0	3,0	10	0	30	0	30	0	50	0
Dérivé sulfuré de l'H.C.H. à 4,5 % Cl (S.P.C.)	1,0	0,45	0	40	0	25	0	40	0	40
Thiophosphate de diéthyle et de para-nitrophényle à 20 % M.A.	0,1	0,2	40	0	65	12	100	0		
Poudrages à base de :										
Nicotine à 2,7 % de M.A.			30	0	45	0	45	0	50	0
Roténone à 0,65 % de M.A.			10	20	15	60	45	10	50	20
Dinitroorthocyclohexylphénol à 1 % M.A.			20	70	20	50	30	190	30	40
Dichlorodiphényltrichloroéthane à 5 % M.A.			15	0	17	0	20	0	25	0
Hexachlorocyclohéxane techn. à 8 % M.A.			20	20	20	0	25	0	25	0
Dérivé sulfuré de l'H.C.H. à 2,25 % Cl (S.P.C.)			20	0	20	0	25	0	30	0
Thiophosphate de diéthyle et de para-nitrophényle à 2 % M.A.			60	30	80	12	100	0		
Chlordane à 5 % de M.A.			45	55	65	80	65	60	65	20

VII. — RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La coloration de la Punaise ornée du Chou (*Eurydema ventralis* L.) varie suivant l'âge et passe par divers stades qui ont été décrits comme étant des variétés (*ventrale, pectoralis, dissimilis, falleni*) ; elle constitue une espèce bien distincte de *E. ornata* L.

L'étude morphologique a permis de préciser un certain nombre de points

notamment en ce qui concerne la disposition des pièces buccales, les segments thoraciques, l'articulation des ailes, les segments abdominaux et les pièces génitales ; il a été dénombré 11 segments abdominaux chez le mâle et la femelle, les segments I et II étant atrophiés, le segment IX s'appliquant étroitement sur le X^e, la « pièce anale » étant constituée par l'urite XI. Il a été précisé la position de la *conjunctiva* pendant l'accouplement et décrit des appendices, qui contribuent à maintenir l'organe mâle dans le vagin pendant toute la durée du coït.

La comparaison des glandes répugnatoires de plusieurs espèces de Pentatomides a montré qu'elles présentent des formes très différentes ; on reconnaît chez celles d'*E. ventralis* la présence d'un réservoir volumineux, de glandes tubulaires et de glandes accessoires.

Le tube digestif d'*E. ventralis* a été décrit et comparé à celui d'autres *Pentatominae*, de *Graphosominae* et d'*Acanthosominae* ; il a pu être obtenu expérimentalement des individus dépourvus de bactéries intestinales qui se sont développés dans les mêmes conditions que les punaises normales.

La Punaise ornée du Chou hiverne dans les anfractuosités du sol et sous les abris les plus divers ; elle reprend son activité à la fin du mois de mars ou au début d'avril et la sortie s'échelonne sur une dizaine de jours. Les Punaises recherchent alors les Crucifères sauvages ou cultivées ; elles peuvent occasionner des dégâts importants lorsqu'elles s'attaquent aux jeunes Choux en provoquant le desséchement des feuilles et même la mort des plantes ; elles diminuent fortement le rendement en graines par leurs piqûres sur les siliques.

L'accouplement commence de 5 à 12 jours après la reprise de l'activité ; il a lieu fréquemment, même après le début de la ponte ; les femelles vierges peuvent pondre à plusieurs reprises.

La ponte débute 20 à 35 jours après la sortie des adultes, c'est-à-dire à la fin du mois d'avril ou au début de mai ; les œufs sont déposés en 2 files de 6 à la face inférieure des feuilles, sur les pétioles, les pédoncules floraux et les siliques. En plein air, chaque femelle pond à 5 ou 6 reprises, mais dans les élevages faits au laboratoire quelques femelles ont pondu jusqu'à 23 fois.

Les larves au premier stade ne s'alimentent pas mais absorbent les Bactéries déposées à la base des œufs ; elles manifestent un instinct grégaire très marqué qui disparaît après la première mue. Les jeunes larves piquent de préférence le bord des feuilles exposées au soleil ce qui entraîne parfois des rassemblements importants. Les adultes de la première génération apparaissent au cours de la première quinzaine de juillet ; ils sont capables d'effectuer à ce moment des déplacements assez importants en recherchant les plantes qui leur conviennent. Une proportion importante de ces adultes, variable suivant les régions et les conditions climatiques de l'année, entre en diapause ; les autres pondent sur diverses Crucifères ; leur fécondité est plus faible que celle des adultes hivernants et la croissance de leurs descendants un peu plus lente que celle des larves de la première génération ; le développement embryonnaire

et larvaire des larves de la première génération exige en moyenne 38 jours pour la première génération et 44 jours pour la seconde génération à une température constante de 24°, 58 jours pour la première génération et 68 jours pour la seconde à une température constante de 28°.

La diapause est rompue beaucoup plus facilement chez les individus de la première génération que chez ceux de la seconde ; il semble que cela soit dû pour une part à la « phase de dépression rythmique » qui précède la diapause et qui est plus marquée chez les larves de la seconde génération, et d'autre part à l'alimentation plus riche fournie par les feuilles des Choux d'hiver.

Par l'élevage à une température constante de 28°, il a pu être obtenu une lignée se reproduisant sans interruption ; la diapause n'a cependant pas disparu après plusieurs générations consécutives car des larves au troisième stade de la onzième génération qui sont restées pendant 2 jours à une température de 20° sont entrées en diapause ; par contre, de jeunes adultes de la neuvième génération exposés pendant 4 jours à 12° et 8 jours à 4° se sont reproduits dèsqu'ils ont été placés à la température de 24° ; il semble que le troisième stade larvaire corresponde à la « période critique » particulièrement sensible à l'action des facteurs abiotiques défavorables permettant le déclenchement de la diapause.

L'hibernation des Punaises dans le sol ou sous divers abris est due à un phototropisme négatif et non à un thermotropisme positif.

Les piqûres occasionnées par les Punaises provoquent la disparition des chloroplastes dans les cellules voisines du trajet effectué par les stylets ; les lésions ressemblent beaucoup à celles qu'occasionnent les Capsides. Le nombre des piqûres faites par les larves atteint son maximum au milieu de la période qui sépare deux mues, sauf pour le dernier stade larvaire où il se produit au contraire une légère diminution de l'activité de l'Insecte. Les Punaises rejettent deux sortes d'excréments : des gouttelettes claires, qui correspondent à un rejet de l'eau en excédent, et un liquide sirupeux et noir qui constitue le résidu de la digestion.

Les facteurs limitatifs de la pullulation sont d'importance très inégale : les élevages réalisés dans des étuves ont été décimés à plusieurs reprises par un champignon du genre *Sterigmatocystis*. Dans la région de Lyon, il a été relevé la présence de trois parasites : *Phasia crassipennis* F., *Microphanurus semistriatus* Ness et *Trissolcus Simonii* Mayr., dont le rôle est des plus faibles. Les agents limitatifs les plus actifs sont les facteurs climatiques, notamment les précipitations pendant la période de vie active de l'Insecte. La mortalité est très élevée au moment de la naissance et des mues.

La pullulation de la Punaise ornée est principalement liée aux conditions climatiques : les printemps et les étés secs et chauds favorisent sa multiplication.

Diverses méthodes de lutte peuvent être envisagées. Les méthodes culturales consistent en une rotation des cultures, la destruction des Crucifères sauvages et l'emploi de plantes-pièges. Pour les cultures de faible étendue, il peut

être envisagé la capture des insectes hivernants avant le début de la ponte et à l'aide d'un carton ou d'une tôle mince disposée en cornet.

Les insecticides les plus efficaces sont par ordre décroissant d'efficacité : le Thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle, l'Hexachlorocyclohexane riche en isomère gamma, le Chlordane et la Roténone utilisés sous forme de poudrage ou de pulvérisation.

Reçu le 18 mai 1951.

BIBLIOGRAPHIE

AMYOT (C. J. B.). — Entomologie française. *Rhynchotes*. 1 vol., Paris, 504 pages, 1848.

AMYOT (C. J. B.) et AUDINET-SERVILLE. — Histoire naturelle des Insectes Hémiptères. 1 vol., Paris, 676 pages, 1843.

ANCONA (L. H.). — Los Jumiles de Cautla *Euschistus Zopilotensis* Distant. *Anales del Instituto de Biologia, Mexico*, t. IV, nº 2, 103-108, 1933.

AWATI (P. R.). — The mechanism of suction in the potato capsid bug, *Lygus pabulinus* LIN. *Proc. Zool. Soc. London*, 685-733, 1914.

BAKER (A. D.). — Some remarks on the feeding process of the *Pentatomidae (Hemiptera-Heteroptera)* 19 *th. Ann. Rep. Québec Soc. Proc. Plants* 1926-1927, Québec, 24-34), 1927.

BAKER (A. D.). — A study of the male genitalia of Canadian species of *Pentatomidae*. *Can. J. Res.*, 4, 148-179, 1931.

BALACHOWSKY (A.) et MESNIL (L.). — Les insectes nuisibles aux plantes cultivées. 2 vol., 1921 p., Busson Édit., 1935-1936.

BECKER (E.). — Zum Bau des Kopfes der Rhynchoten. *Rev. Zool. Russe*, 9, 1-96, 1929.

BEI-BIENKO (G. Ya). — Insects injuring Root-crops in the Omsk Region *Trud. sib. Inst. Sel. Khoz. Lesovod*, 26, Omsk., 1928.

BENNETT (C. W.). — Plant-tissue relations of the sugar-beet curly-top virus. *Journ. Agric. Res.*, 48, 665-701, 1934.

BENNETT (C. W.) and ESAU (K.). — Further studies on the relation of the curly top virus to plant tissues. *Journ. Agric. Res.*, 53, 595-620, 1936.

BERGEVIN (de). — Liste des Hémiptères de la faune alpine du grand Atlas Marocain. *Bull. Soc. Sc. Nat. Maroc*, 31 déc. 1923.

BERLÈSE (A.). — Gli Insetti. *Soc. Editrice Libraria Milano*, 1-2, 1909.

BODENHEIMER (F. S.). — Uber die Voraussage der generationenzahl von Insecten. III Die bedeutung des Klimas fur die landwirtschaftliche Entomologie. *Zeits. f. angew. Entomologie*, p. 91, 1926.

BODENHEIMER (F. S.). — Uber die fur das Verbretungsgebiet einer art bestimmenden Factoren. *Biolog. Zentralblatt*, BAND 47, 1927.

BODENHEIMER (F. S.) und KLEIN (H. Z.). — Über die Temperatur abhangigkeiten von Insekten *Zeit. für vergleich. Physiologie*, Band 11, Heft 3, 1930.

BODENHEIMER (F. S.). und KLEIN (H. Z.). — Uber die grundlagen einer allgemeinen Epidemiologie der Insektenkalamitäden. *Zeit. für Angervandte Entomologie*, XVI heft. 3, 1930.

BONNEMAISON (L.). — La maladie bronzée de la Tomate. *Ann. des Epiphyties*, N. S. V, 267-308, 1939.

BONNEMAISON (L.). — Arrêts de développement et diapauses. *Ann. des Epiphyties*, 19-56, 1945.

BONNEMAISON (L.). — Variations et anomalies morphologiques chez un Aphide : *Rhopalosiphum prunifoliae* FITCH. *Ann. Ec. Nat. Agric. Grignon*, 1-19, 1945-46.

BONNEMAISON (L.). — Remarques sur la symbiose chez les *Pentatomidae* (Hém.) *Bull. Soc. Ent. France*, 40-42, 1946.

BONNEMAISON (L.). — Un nouvel insecticide organique de synthèse du groupe des esters phosphoriques mixtes. *C. R. Ac. Agric.*, 554-556, 1947.

BONNEMAISON (L.). — Remarques sur la diapause chez un Hémiptère : *Eurydema ornatum* L.) *C. R. Ac. Sc.*, t. 227, 985-987, 1948.

BONNEMAISON (L.). — Détermination du stade auquel se produit le déclenchement de la diapause chez un Hémiptère : *Eurydema ornatum* L. *C. R. Ac. Sc.*, t. 227, 1052-1054, 1948.

BOUNOURE (L.). — Aliments, chitine et tube digestif chez les Coléoptères. *Thèse*, 1 vol. 294 p., 1919, Paris.

BORDAS (L.). — Sur les glandes salivaires céphaliques et métathoraciques de quelques Hémiptères. *C. R. Ac.*, t. XCL, nº 9, 595-597, 1905.
BORDAS (L.). — Le cæcum rectal de quelques Hémiptères aquatiques. *Bull. de la Soc.Zool. de France*, 33, 27-30, 1908.
BORDAS (L.). — Considérations anatomiques sur l'appareil digestif du *Pyrrhocoris apterus* L. (*Insecta*, p. 184,) 1914.
BURNER (C.). — Mandibeln und Maxillen bei Psociden, Thysanopteren und Rhynchoten. *Z. Wiss. Inseki. Biol, Berlin*, 24, 108-115,1929.
BOSELLI (F. B.). — Studio biologico degli Emitteri che attaccano le nocciole in Sicilia. *Boll. Lab. di Zool. Generale ed agraria, R. Instituto Superiore Agrario Portici*, vol. XXVI, 142-209, 1932.
BREAKY (E. P.). — Histological studies of the digestive system of the squash bug, *Anasa tristis* De G. (*Coreidae*). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 29, 561-573, 1936.
BRECHER (G.) and WIGGLESWORTH (V. B.). — The transmission of *Actinomyces rhodnii* Erikson in *Rhodnius prolixus* STAL (*Hemiptera*) and its influence on the growth of the host. *Parasitology*, vol. 35, pp. 220-224, 1944.
BRINDLEY (M. H.). — On the metasternal Scent-Glands of certain Heteroptera. *Trans. Ent. Soc. London*, 199-207, 1930.
BRINDLEY (M. H.). — The metasternum and pleuron of Heteroptera. *Trans. Ent. Soc.* London., 82, 1934.
BRINDLEY (M. H.). — The metathoracic post-coxal bridge of Heteroptera. *Proc. Ent. Soc. London*, Série A, 13, 1938.
BROCHER (F.). — L'appareil buccal des larves de *Psylla pyrisuga*. *Ann. Soc. Ent. Fr.*, 94, 55-67, 1925.
BRUNETEAU (J.). — Catalogue des Hémiptères-Hétéroptères de Normandie. *Actes du Muséum d'Hist. Nat. de Rouen*, Série 2, t. IV, 68 p., 1931.
BUCHNER (P.). — Tier und Pflanze in Symbiose, 1 vol. 900 p., Berlin, 1930.
BUCHNER (P.). — Symbiose und Anpassung. *Nova Acta Leopoldina*, t. VIII, 259-374, 1940.
BUGNION (E.). — L'appareil salivaire des Hémiptères. *Bull. Soc. Ent.*, 347-350, 1907.
BUGNION (E.). — L'appareil salivaire des Hémiptères (2e partie) *Arch. Anat. Microscopique*, 11, 435, 456, 1910.
BUGNION (E.) et POPOFF. — L'appareil salivaire des Hémiptères. *Arch. Anat. mic. Paris* 10, 1908, et 11, 227-268, 1909.
BUGNION (E. et POPOFF. — Les pièces buccales des Hémiptères. *Arch. Zool. Exp. gen. Paris*, t. VII, 643-674, 1911.
CAMPBELL (F. L.). — The detection and estimation of insect chitin and the interrelation of chitinisation to hardness and pigmentation of the American cockroach *Periplaneta americana* L. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 22, 401-426, 1929.
CHABANAUD (P.) et ROYER (M.). — Sur un phénomène tératologique observé chez *Enoplops Scapha* FAB. (Hem.). *Bull. Soc. Ent. France*, 252-253, 1900.
CRAMPTON (G. C.). — The sclerites of the head and the mouth-parts of certain immature and adults Insects. *Ann. Ent. Soc. Amer. Colombus* 14, nº 2, 1921.
CRAMPTON (G. C.). — The genitalia of the Males of certain Hemiptera (Heteroptera and Homoptera). *Bull. Brookl. Ent. Soc.*, 17, 46-55, 1922.
COMSTOCK (J. H.). — The Wings of Insects. *The Comstock Publ. Co. Ithaca U. S. A.*, 1918.
CONVENEVOLE (C.). — La simbiosi ereditaria negli Emitteri Eterotteri (*Aelia rostrata* Geoffa). *Arch. Zool. Ital. Torino*, 19, 481-503, 1933.
CRAWFORD. — A monograph of the Jumping Plant-Lice or Psyllidae of the New World. *U. S. Nat. Mus.* Bull., 85, 1914.
COUSIN (G.). — Étude expérimentale de la diapause des Insectes. *Supp. Bull. Biol. France et Belgique*, XV, 1-341, 1932.
COUTURIER (A.). — Contribution à l'étude biologique de *Podisus maculiventris* Say, prédateur américain du Doryphore. *Ann. Epip. et Phytogénétique*, 4, 95-165, 1938.
COUTURIER (A.). — Observations biologiques sur *Podisus maculiventris* SAY, ennemi naturel du Doryphore. *72e Congrès des Sociétés savantes*, 131-133, 1939.
DAVIDSON (J.). — Biological studies of *Aphis rumicis* L. The penetration of plant tissues and the sources of the food supply of aphids. *Ann. App. Biol.*, 10, 35-54, 1923.
DESPAX (R.). — *Notonecta maculata* F. et *Notonecta glauca* L. (*Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 87-112), 1922.
DUFOUR (L.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères. *Mémoire présenté à l'Acad. Sc.*, vol. 4. 133-461, 1833.
DUFOUR (L.). — Résumé des recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères. *Ann. Sc. Nat. Paris*, 5, 155-171, 1833.

DUFOUR (L.). — Recherches anatomiques sur la *Ranatra linearis* et *Nepa cinerea*. *Ann. Gen. Sc. Phys. Brux.*, 7, 1821.

DUFOUR (L.). — Recherches anatomiques et physiologiques sur les Hémiptères. *Ann. Sc. Nat. Zool.*, (2) t. I, 1841.

DUPUIS (Cl.). — Remarques sur le mode de spécificité parasitaire des *Phasiinae (Diptères larvaevoridae)*. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, 130-140, 1948.

DUPUIS (Cl.). — Sur une prétendue phase subimaginale dans le développement de certains Hémiptères-Hétéroptères. *C. R. Ac. Sc.*, t. 231, 879-880, 1950.

DUPUIS (C.). — Les espèces françaises du genre *Eurydema* LAPORTE. *Ann. Soc. Ent. France*, vol. CXVIII, 1-28, 1951.

ELSON (J. A.). — A comparative study of Hemiptera. *Ann. Ent. Soc. Amer. Colombus*, 30, 579-597, 1937.

EWIG (K. P.). — Effects on the Cotton Plant of the Feeding of certain Hemiptera of the family Miridae. *J. Econ. Ent.*, XXII, nº 5, 761-765, 1929.

FAURE-FREMIET (E.). — Contribution à l'étude des glandes labiales des Hydrocorises. *Ann. des Sc. Nat. (Zool.*(, 9 sér. 12, 217-141, 1910.

FELT (E. P.) and BROMEY (S. W.). — Insecticide investigations during 1930. *Journ. Econ. Ent.*, 24, 232-240, 1931.

FIEBER. — Die europaïschen Hemiptera, *Wien*, 1861.

FORBES (S. A.). — Bacterium a parasite of the Chinch Bug. *Amer. Nat.*, vol. 16, 824-825, 1882.

FORBES (S. A.). — Studies on the Chinch Bug (*Blissus leucopterus* SAY) *Ill. State Ent. Rept.* (1887-1888), 16, 1-57, 1890.

FORBES (S. A.). — Bacteria normal to the Digestive Organs of Hemiptera. *Bull. Ill. State Lab. Nat. Hist.*, vol. IV, 1-7, 1896.

FORBES (W. M.). — The axillary venation of the Insects. *Vᵉ Congrès Intern. d'Ent. Paris*, 1933, 277-284, 1933.

GADEAU DE KERVILLE (H.). — Anomalies antennaires de *Pyrrhocoris apterus* L. *Bull. Soc. Ent.* France, 1914.

GAUMONT (L.). — Conditions générales de pullulation des Aphides. *Ann. Epipyties*, 256-316, 1929.

GEISE (O.). — Die Mundteille der Rhynchoten. *Arch. Naturgesch.*, Berlin 3, 1883.

GENIEYS (P.). — Sur le déterminisme des variations de la coloration chez un Hyménoptère parasite. *C. R. Séances Soc. Biol.*, t. LXXXVI, p. 767, avril 1922.

GIERKE (E.). — Ueber die Haütungen und die Entwicklungs geschwindigkeit der Larven der Mehlmotte *Ephestia Kühniella* ZELLER. *Arch. Entwmech.*, Berlin, 387-410, 1932.

GLASGOW (H.). — The gastric coeca and the canal bacteria of the Heteroptera. *Biol. Bull.*, vol. XXVI, nº 3, 101-155, 1914.

GOMEZ-MENOR. — Hemipteros heteropteros que ocasionana daños a los cultivos horticolas. *Bol. de Patologia Veg. y Entomologia Agr.*, vol. XVI, 31-68, 1948-1949.

GRINEV (Yu). — The biology of *Eurydema ornatum* L. (En Russe). *Acta Soc. Ent. Stavropol*, I, 27-32, 1925.

GROVE. — The anatomy of the Head and Mouth-parts of *Psylla mali*, the Apple Sucker with some remarks on the function of the Labium. *Parasitology*, 11, 457-486, 1919.

GULDE (I.). — Die dorsaldrüsen der Larven der Hemiptera. *Abhandlungen herausg. von der senckenbergischen natur. forschen Gesellschaft*, 1902.

GULDE (I.). — Die Wanzen Mitteleuropas. Hemiptera Heteroptera Mitteleuropas. *Frankfurt am Maim III Teil*, 156, 1934.

HAMILTON (M. A.). — The morphology of the water-scorpion *Nepa cinerea*. *Proc. Zool. Soc.*, 1067-1132, 1931.

HARRIS (C. S.). — The anatomy and histology of the alimentary systeme of the harlequin cabbage bug (*Murgantia histrionica* Halm.) *The Ohio J. of Science*, 38, 316-317, 1938.

HEIDEMANN. — Some remarks on the Eggs of North American Species of Hemiptera-Heteroptera. *Proc. Ent. Soc. Wash.*, 13.

HENKE (K.). — Die Färbung und Zeichnung der Feuerwanze *Pyrrhocoris apterus* L. und ihre experimentelle Beeinfluszbarkeit. *Z. vergl. Physiol.*, 1, 1924.

HENNEGUY (F.). — Les Insectes, morphologie, reproduction, embryogénie. 1 vol. 804 p., Paris, 1904.

HENRICI (H.). — Die hautdrüsen der Landwanzen, ihre mikroskopiche Anatomie, ihre Histologie und Entwicklung. *Zool. Jahrb. Abt. Anat., und Ont. Tiere*, 144-228, 1940.

HÉRIOT (A. D.). — The renewal and replacement of the stylets of sucking insects during each Stadium and the method of penetration. *Canadian J. Research, II*, 602-612, Ottawa, nov. 1934.

HERRICH-SCHAFFER (H.). — Die wanzenartigen Insekten getreu nach der natur abgebildet und beschrieben. Fasc. III, p. 12, 1836-1853.

HEYMONS (R.). — Beiträge sur Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Rhynchoten. *Nova Acta Acad. Leop.*, 74, 353-456, 1889.

HEYMONS (R.). — Ueber einen apparat zum oeffnen der Eischalen bei den Pentatomiden. *Zeit. wiss. Insektenbiol.*, vol. II, p. 73, 1906.

HIBRAOUI (M.). — Contribution à l'étude biologique et systématique de l'*Eurygaster integriceps Put.* en Syrie. *Revue Path. Veg. et Ent. Agr.*, 97-160, 1930.

HOKE Sara. — Preliminary Paper on the Wing-venation of Hemiptera (Heteroptera). *Ann. Ent. Soc. Amer.* vol. XIX, nº 1, 13, 1926.

HOOD (C. W.). — The anatomy of the digestive system of *Oncopeltus fasciatus* DALL. (Heteropt. Lygaeidae). *Ohio Journ. Science*, 37, 151-156, 1937.

HORNE (A. S.). and LEFROY (H. M.). — Effects producted by sucking insects and red spiders upon potato foliage. *Ann. Appl. Biol.*, nº 3-4 , London, 1915.

IMMS (A. D.). — A general text-book of Entomology. *Methuen and Co.*, London, 1 vol. 727 p. 1934.

JANISCH (E.). — Ueber die temperaturabhängigheit biologischer Vorgänge und ihre kurvenmässige Analyse. *Arch. ges. Physiol.*, 209, 414-436, 1925.

JANISCH (E.). — Ueber das Exponentialgesegtz und seine Bedeutung für die Pflanzenschutzforschung. *Verh. deutsc. Ges. angew. Ent.*, 5, 55-63, 1926.

JANISCH (E.). — Das Exponentialgesetz als Grundlage einer vergleichenden Biologie. *Abh Theorie organ. Entwickl. Hft.*, 2, 383 p., 1927.

JANISCH (E.). — Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung der Umweltfaktoren auf Insekten. I. Die Massen vehrmehrung der Baumwolleneule *Prodenia littoralis* in Agypten. *Z. Morph. Okol. Tiere*, 17, 339-416, 1930.

JEANNEL (R.). — Sur les segments génitaux des femelles des Pentatomides. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, XLIX, 43-47, 1921.

JEANNEL (R.). — Les Hémicocéphalides ; monographie d'un groupe d'Hémiptères hématophages. *Ann. Soc. Ent. France*, 273-366, 1941.

KAUFMANN (E.). — Massenauftreten einer Kohlwanzenart au Steckrüben *Kranke Pflanze*, 20, pt, 5-6, 43-45, 1943.

KERSHAWN (J. C.). — On the homologies and mecanism of the mouth parts of Hemiptera. *Psyche. Boston*, 18, 1911.

KERSHAW (J. C.). — Notes on the salivary glands and syringe of two species of Hemiptera. *Ann. Soc. Ent. Belgique*, 55, 80-83, 1811.

KNIGHT (H.). — Studies on the life-history and biology of *Perillus bioculatus* FAB. 19 *Rep. Sta. Entomol. Mimesota*, 1922, 1923.

KNIGHT (H. H.). — On the nature of the color patterns in Heteroptera with data on the effects produced by temperature and humidity. *Ann. of the Ent. Soc. of Amer. Colombus Ohio*, vol. XVII, nº 3, 258-272, 1924.

KNUPPEL (A.). — Ueber speicheldrüsen von Insecten. *Arch. fur. Nat.*, 52, 269-303, 1886.

KOCH (A.). — Die symbiose von *Orizaephilus surinamensis* L. *Zeit. Morph. und Oekol. Tiere*, 23, 389-424, 1931.

KOLENATI .— Meletemata entomologica Hemiptera Caucasi Pentatomidae monographiae dispositae, 1846.

KOROL'KOV (D. M.). — Agricultural pests in the Sochi Region of the Blak Sea Area observed in 1926 and 1927. (En Russe). *Trudui Sochinsk. opuitu. Sel. Khoz.* Staz VII, Pt II, 20 p., 1929.

KULWIEC (C.). — Die Hautdrüsen bei den Orthopteren und der Hemipteren-Heteropteren. *Zool. Anz.*, 21, 66-70, 1898.

KUNCKEL D'HERCULAIS. — Recherches sur les organes de sécrétion chez les Hémiptères. *C. R. Ac. Sc.*, t. LXIII, p. 433, 1866.

KUNCKEL D'HERCULAIS. — Étude comparée des appareils odorifiques dans les différents groupes d'Hémiptères-Hétéroptères. *C. R. Ac. Sc.*, 1002-1004, 1895.

KUSKOP (M.). — Bakteriensymbiosen bei Wanzen (*Hemiptera-Heteroptera*). *Arch. Protistenk.*, 47, 1924.

LAMBERTIE (M.). — Contribution à la faune des Hémiptères, Hétéroptères, Cicadines et Psyllides du sud-ouest de la France. *Miscellanea Entomologica*, vol. XVI, XVII et XVIII, 1910.

LAMEERE. — La nervation alaire des Insectes. *Bull. Sc. Ac. Royale Belge*, Série 5, 8, 1922.

LENGERKEN (H. Von). — Ueber die Artabgrenzung und Modifikabilität der Gemüsewanzen aus der Gattung *Eurydema* Lap. *Z. f. Angew. Ent.*, XVI, nº 1, 206-221, Berlin, 1930.

LEONARDI (G.). — Elenco delle specie di insetti dannosi e loro parassiti ricordati in Italia

fino all'anno, 1911. *Annali della R. Scuola Superiore di Agricoltura Portici*, V.XVII, 1-75, 1922.
LEYDIG (F.). — Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. *Frankfurt a. M.*, 1857.
LICENT (E.). — Recherches d'anatomie et de physiologie comparées sur le tube digestif des Homoptères supérieurs. *La Cellule*, Louvain 1912, 1-161.
LINNE (C.). — Systema Naturae *Fauna Suecica*, p. 251, 1761.
LE MOULT (L.). — *Revue de Zoologie Agricole*, p. 28, 1912.
MAGERSTEIN (V.). — Die Schmuckwanze als Rapsschädling. *Kranke Pflanze*, 15, 126-130, 1938.
MALOUF (N. S. R.). — The skeletal motor mechanism of the thorax of the « Sting bug » *Nezara viridula* L. *Bull. Soc. Royale Ent. d'Egypte Le Caire*, fasc. 4, 161-203, 1932.
MALOUF (N. S. R.). — Studies on the internal anatomy of the « Stink-bug » *Nezara viridula* L. *Bull. de la Soc. Royale Ent. d'Egypte*, 17, 96-119, 1933.
MANSOUR (K.). — On the so-called symbiotic relationship between Coleopterous Insects and Intracellular micro-organisms. *Quart. Journ. Mic. Sci.*, 77, 1934.
MANSOUR (K.) and MANSOUR BEK (J. J.). — On the digestion of wood by insects and the supposed role of micro-organisms. *J. Exp. Biol.*, 11, 1934.
MARTINI (E.). — Zur Bionomie unserer Stackmuecken. *Arch. Schiffs und Tropenhyg.*, 25 p. 341, 1921.
MAYER (P.). — Zur Anatomie von *Pyrrhocoris apterus*. *Arch. Anat. u. Phys.*, 313-347, 1874 et 309-355, 1875.
MEEK (W. S.). — On the mouth-parts of Hemiptera. *Kansas Univ. Sc. Bull.*, 257-277, 1903.
MEIER (N. F.). — Parasites hatched in U. S. S. R., in 1938-1939 out of the Eggs of the cornbug *Eurygoster integriceps* OSCH. *Bull. Plant. Prot.*, 79-82, 1940.
MICHALK (O.). — Zur Morphologie und Ablage der Eier bei den Heteropteren. *D. Ent. Zeits.*, p. 148, 1935.
MICHALK (O.). — Uber Färbungswandlungen einiger Heteropteren *Eurydema ornatum* L. und *E. oleraceum* L. *VII Intern. Kongress für Ent. Band*, II, 1243-1276, 1939.
MIKHAÏLOV (V. K.). — *Dokl. Ak. Nauk. U. R. S. S.*, 64, 877-880, 1949.
MONTANDON (A. L.). — Contributions à la faune entomologique de la Roumanie. *Bull. de la Soc. des Sciences de Bucarest*, 1907.
MORRIS (H. M.). — Entomological Notes. *Cyprus Agric.*, Ji XXII pt 3, 65-67, 1927.
MUIR (F.). — Notes on the stridulating organ and stink glands of *Tessaratoma papillosa*. *Trans. Ent. Soc. London*, 256-258, 1907.
MUIR (F.). — The tentorium of Hemiptera considered from the point of view of the recent work of Snodgrass. *Ent. Monthly Mag.*, 86-88, 1929.
MUIR (F.). — A critism of Dr Hensen's therory of the Maxillula in Hemiptera. *Ent. Mon. Mag.*, London, 67, 51-53, 1931.
MUIR (F.) and KERSHAW (J. C.). — On the Homologies and Mechanism of the Mouthparts of Hemiptera. *Psyche*, 18, 1-12, 1911.
MUIR (F.) and KERSHAW (J. C.). — The development of the mouth parts in the Homoptera with observations on the embryo of *Siphanta*. *Psyche*, 19, 77-89, 1912.
MULSANT (E.) et REY. — Histoire naturelle des Punaises de France, 204 p., 1865.
MYERS (J. G.). — The feeding-habits of Hemiptera. *The N. Z. Journ. of Sc. and Techn.*, 1928.
OSHANIN (B.). — Verzeichnis der Palaearktischen Hemipteren, mit besonderer berücksichtigung ihrer verteilung um Russischen reiche. *I Band. Heteroptera*, Saint-Petersbourg, 1906.
OSHANIN (B.). — Katalog der Palearktischen Hemipteren. *Friedländer*, 187 p., 1912.
PAILLOT (A.). — L'infection chez les Insectes, 1 vol. 535 p., 1933.
PAILLOT (A.). — Les variations morphologiques du bacille symbiotique de *Macrosiphum tanaceti*. *C. R. Ac. Sc.* t. 193, 1222, 1931.
PAINTER (R. H.). — A study of the cotton flea hopper, *Psallus seriatus* Reut. with special reference to its effect on cotton plant tissues. *Journ. Agric. Res.*, 40, 485-516, 1930.
PANTEL (J.) et LICENT (E.). — Remarques préliminaires sur le tube digestif et les tubes de Malpighi des Homoptères supérieurs. *Bull. Soc. Ent. France*, 36-39, 1910.
PESSON (P.). — Contribution à l'étude morphologique et fonctionnelle de la tête de l'appareil buccal et du tube digestif des femelles de Coccides. *Monographies publiées par les Stations et Laboratoires de Recherches Agronomiques*, 266 p., 1944.
PETTIT et KROHN. — Sur la structure de la glande salivaire du Notonecte. *Arch. Anat. Microsc.*, 7, 351-368, 1904.
PEYTOUREAU (A.). — Remarques sur l'organisation et l'anatomie comparée des derniers segments du corps des Lépidoptères, Coléoptères et Hémiptères. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, t. VII, p. 29, 1895.

PICARD (F.) et BLANC (G. R.). — Les infections à cocobacilles chez les insectes. *C. R. Hebd. Acad. Sc. Paris*, CLVI[e], 79-81, 1813.
POISSON (R.). — Sur l'appareil d'accrochage des ailes ches les Hémiptères aquatiques. *C. R Soc. Biol.*, t. LXXXVI, p. 106, 1922.
POISSON (R.). — Contribution à l'étude des Hémiptères aquatiques. *Bull. Biol. Fr. Belg.*, 58, 305 p., 1924.
PUSSARD (R.). — Contribution à l'étude de la nutrition des Psyllides. Présence d'une amylase dans les glandes salivaires des quelques Psyllides adultes. *C. R. Soc. Sav.*, 71, 291-292, 1932
PUTON. — Synopsis des Hémiptères-Hétéroptères de France. 2[e] vol. *Extrait des Mém. Soc. Sc. Agric. arts de Lille*, 1878-1881.
RAMDOHR (K. A.). — Abhandlung über die Verdaungsgerswerkzeuge der Insekten. Halle.
RAWAT (B. L. — Notes on the Anatomy of *Naucoris cimicoïdes* L. (Hem. Het.) *Zoologische Jahrbücher Abt. für Anatomie und Ontogenie der Tiere*, 65, 535-600, 1938.
REH (L.). — Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Sorauer) Bd. III, Berlin, 1913.
RIBAUT (H.). — L'urite IX des mâles chez les Pentatomides. *Bull. Soc. Hist. Nat. de Toulouse*, t. LI, 183-184, 1923.
RICHARDSON (Ch. H.), DEONIER (C. C.) et SIMANTON (W. A.). — The toxicity of certain insecticides to the ching bug. *J. of Agr. Res.*, 54 p., 59-78, 1937.
ROUBAUD (E.). — Sommeil d'hiver cédant à l'hiver chez les larves et nymphes de Muscides *C. R. Ac.*, t. 174, 964-966, 1922.
ROUBAUD (E.). — Études sur le sommeil d'hiver pré-imaginal des Muscides. *Bull. Biol. Fr. et Belg.*, t. 56, 455-544, 1922.
ROUBAUD (E.). — Suspension évolutive et hibernation larvaire obligatoire provoquées par la chaleur chez le Moustique commun *Culex pipiens* L. Les diapauses vraies et les Pseudo-diapauses chez les Insectes. *C. R. Ac. Sc.*, t. 190, 324-236, 1930.
ROUBAUD (E.) et COLAS-BELCOUR (J.). — La torpeur hivernale obligatoire et ses manifestations diverses chez nos Moustiques indigènes. *C. R. Ac. Sc.* t., 182, 871-873, 1926.
ROSENKRANZ (W.). — Die Symbiose der Pentatomiden. *Zeits. Morph. und Okol. Tiere*, 36, 1939.
ROYER (M.). — *Eurydema festivum*, synonymie. *Bull. Soc. Ent. France*, 250-252, 1923.
RUSANOVA (V. N.). — On the biology and coloration of some Species of the genus Eurydema (en Russe). — *Défense des Plantes III*, n° 4-5, 378-383, Leningrad, 1926, in *R. A. E.*, XV, 159-160.
RUSCHKAMP. — Eine Wanze als Chysromelidenfeind. *Ent. Bl.*, p. 95, 1926.
SACHAROV (N.). — Pests of mustard and methods of Fighting then (Preliminary observations). *Report of the Ent. Station of the Astrachan Soc. of Fruit-Growing, Market-Gardening and Agric.*, p. 42, 1914.
SCHLOTTKE (E.). — Ueber die Variabilität der schwarzen Pigmentierung und ihre Beeinflussbarkeit durch Temperaturen bei *Habrobracon juglandis*, Ashmead. *Z. vergl. Physiol.*, 3, 692-736, 1926.
SCHNEIDER (G.). — Beiträge zur Kenntnis der Symbiotischen Einrichtungen der Heteropteren. *Z. f. Morph. Oek. Tiere Bd*, 36, 595-644, 1940.
SERVADEI (A.). — Appunti biologici e morfologici sull *Eurydema Ornatum* L. *Bol. del Labor. di Ent. der R. Instituto Superiore Agrario di Bologna*, vol. VII, 303-337, 1934.
SHARP (D.). — On the structure of the terminal abdominal segments in some male Hemiptera. *Trans. Ent. Soc.* London, 399-425, 1890.
SHARP (D.). — On some Eggs of Hemiptera. *Trans. Ent. Soc.*, 1892.
SHEFFIELD (F. M. L.). — The histology of the necrotic lesions induced by virus diseases. *Ann. of App. Biol.*, 23, p. 752, 1936.
SINGH-PRUTHI (H.). — The morphology of the male genitalia in *Rhynchota. Trans. Ent. Soc. London*, 127-267, 1925.
SITOWSKI (L.). — Do biologji pasorzytöw borecznika (*Lophyrus Latr.*) *Roczniki Nauk Rolniczychi Lesnych*, XIV, 25 p. Posen, 1925.
SMITH (K. M.). — Investigation of the nature and cause of the damage to plant tissue resulting from the feeding of capsid bugs. *Ann. App. Biol.* III, 40-55, 1920.
SMITH (K. M.). — A comparative study of the feeding methods of certain Hemiptera and of the resulting effects upon the plant tissue, with special reference to the potato plant. *Ann. App. Biol.*, 109-139, 1926.
SMITH (F. F.). — The nature of the sheath material in the feeding punctures produced by the potato leafhopper and the three-corner alfafa hopper. *Journ. Agric. Res.*, 47, 475-485, 1933.
SMITH (F. S.) and POOS (F. W.). — The feeding habits of some leaf hoppers of the genus *Empoasca. Journ. Agric. Res.*, 267-285, 1931.

SNODGRASS (R. E.). — The thorax of Insects and the articulation of the Wings. *Proc. U. S. Nat. Mus.*, vol. 36, 511-595, 1909.
SNODGRASS (R. E.). — The mouth parts of Cicada. *Proc. Ent. Soc. Washington*, 23, 1921.
SNODGRASS (R. E.). — The head and mouth parts of Cicada. *Proc. Ent. Soc. Washington*, 29, 1-16, 1927.
SNODGRASS (R. E.). — The morphology and mechanism of the Insect thorax. *Smiths Misc. Coll.*, vol. 80, 108 p., 1927.
SNODGRASS (R. E.). — Morphology of insect abdomen. Part II : The genital ducts and the ovipositor. *Smithsonian misc. Coll. Washington D. C.* 89, 148 p., 1933.
SPOONER (C. S.). — The phylogeny of the Hemiptera based on a study of the head capsule. *Ill. Biol. Monog.* 16, 1931.
STEINHAUS (E. A.). — The microbiology of Insects with special reference to the biologic relationships between Bacteria and Insects. *Bact. Rev.*, 4,nº 1, 17-57, 1940.
STEINHAUS (E. A.). — Catalogue of Bacteria associated extracellulary with Insects and Fieks, *Burgess Publisching Co, Minnepolis*, 206 p., 1942.
STAPANEK (O.). — Beiträge zur heteropterologischen Teratologie. *Z. Wiss. Insekt. Biol. Berlin*, 198-203, 1927.
STICHEL (W.). — Was ist *Eurydema ornata* L ?. *D. Ent. Zeits.*, 104-108, 1926.
TAYLOR (L. H.). — The thoracic sclerites of Hemiptera and Heteroptera. *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 11 p., 225-254, 1918.
THEODOR (O.). — Observations on the hibernation of *Phlebotomus papatasii* (Dipt.). *Bull. Ent. Res.*, 25, 459-472, 1934.
THOMPSON (W. R.). — A catalog of the parasites and predators of insect pests. *Section 1 part.* 3, 1 vol., 149 p., 1944.
TOWER (D. G.). — The external anatomy of the Squash bug, *Anasa tristis* de G. *Ann. Ent. Soc. Am. Colombus*, 1913.
TOWER (D. G.). — The mechanism of the Mouth-parts of the Squash bug, *Anasa tristis* de G. *Ann. Ent. Soc. Am. Colombus*, 1914.
TREVIRANUS (G. P.). — Resultate einiger Untersuchungen über den inneren Bauder Insekten (Verdauungsorgane von *Cimex rufipes*) *Ann. d. Wetterau. Gesells.*, 169-177, 1809.
UVAROV (B. P.). — Insects and climats. *Trans. of Ent. Soc. London*, 79, 1-232, 1931.
UVAROV (B. P.) and GLAZUNOV (V. A.). — A review of pests-Report on the work of the entomological Bureau of Stavropol (for 1914) (En Russe). *Published by the Department of Agriculture of the Ministry of Agriculture*, 13-54, Petrograd, 1916.
VASSILIEV (I. V.). — Two new species of the subfamily *Telominae*. (Hymen. Proctotrupidae). *Revue russe d'Ent., Petrograd*, 16-17, 1915.
VERNE (J.). — Les pigments dans l'organisme animal. *Encycl. Scient. Paris*, 1926.
VODOLAGIN (V.). — *Eurydema ornatum* L. and its control.(En Russe). *Astrakan Sta. Plant. Prot. Leaflet*, 54, 1925.
VOUKASSOVITCH (P.). — Liste de divers hyménoptères parasites et de leurs hôtes observés au cours de l'année 1924, aux environs de Belgrade. *Bull. Soc. Linn. Lyon*, nº 11, p. 83, 1925.
VOUKASSOVITCH (P.). — Biological notes on Hymenopterous parasites (en Serbe) *C. R. Acad. Roy. Serbe*, nº 119, 8-19, 1926.
WALKER (H. G.) and ANDERSON (L. D.). — Further notes on the control of the Harlequin bug. *J. of Econ. Ent.*, 32, 225-228, 1939.
WEBER (H.). — Zur vergleichenden Physiologie der Saugorgane der Hemipteren mit besonderer Berücksichtigung der Pflanzenläuse. *Z. vergl. Physiol. Berlin*, 8, 145-186, 1928.
WEBER (H.). — Skelett muskulatur und Darm der schwarzen Blattlaus *Aphis fabae* Scop. mit besondere Berücksichtigung der Funktion der Mundverkzeuge und des Darmes. *Zoologica Stuttgart*, 28, 5-118, 1928.
WEBER (H.). — Kopf und thorax von *Psylla mali*. *Z. morph. ökol. Tiere Berlin*, 14, 59-165, 1929.
WEBER (H.). — Biologie der Hemipteren. *Julius Springer, Berlin* EDIT, 1 vol. 1930.
WEBER (H.). — Morphologie und Entwicklungsgeschichte der Arthropoden. *Fortschr. Zool III*, 1938.
WIGGLESWORTH (V. B.). — The physiology of Ecdysis in *Rhodnius prolixus* (Hem.) *Quart. J. micr. Sc. London*, 77, 191-223, 1934.
WIGGLESWORTH (V. B.). — Symbiotic bacteria in a blood sucking insect, *Rhodnius prolixus* Stal. *Parasitology*, 28, 248-249, 1936.
WIGGLESWORTH (V. B.). — The determination of characters at metamorphosis in *Rhodnius prolixus* (Hemiptera). *J. exp. Biol. Cambridge*, 17, 201-222, 1940.
ZWEIGELT (F.). — Beiträge zur Kenntnis der Saugphänomens der Blattläuse und der Reaktionen der Pflanzenzellen. *Zbl. Bakteriol. Parasitenk. V. Infektionskranh.*, 265-334, 1914.

SEMI-MICROMÉTHODE PAR MOLYBDOMANGANIMÉTRIE POUR LE DOSAGE DES DÉPOTS LAISSÉS SUR LES VÉGÉTAUX PAR LES COMPOSÉS ZINCIQUES

PAR

G. VIEL, M. HASCOET et Mauricette DUCLOS

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles

SOMMAIRE

I. — Généralité sur les microméthodes de dosage du zinc.
II. — Electrolyse d'un sel de zinc pur.
III. — Dosage du zinc déposé sur les végétaux.
IV. — Mode opératoire adopté.
V. — Résumé.

Il y a grand intérêt, dans les essais de produits phytopharmaceutiques à connaître les quantités de matière active déposées sur les végétaux traités. Ce problème s'est présenté à nous à la suite de traitements anticryptogamiques par l'éthylène-bis (dithiocarbamate) de zinc. Nous avons cherché à doser ce composé en titrant le zinc qu'il contient. Il nous fallait pour cela rechercher une méthode applicable à des quantités de zinc comprises entre 0,05 mg et 1 mg et permettant d'effectuer rapidement de nombreuses analyses.

I. — GÉNÉRALITÉS SUR LES MICROMÉTHODES DE DOSAGE DU ZINC

Il existe deux groupes de méthodes permettant la séparation du zinc d'un milieu complexe. Nous négligeons les méthodes néphélométriques et celles utilisant la résorcine, comme trop délicates pour un travail de série.

1. **Méthodes utilisant la dithizone** (ou la diphénylcarbazone). — Par agitation avec une solution diluée de dithizone (diphényldithiocarbazone) dans le tétrachlorure de carbone, le zinc forme un complexe suffisamment stable pour

pouvoir être aisément séparé, le dosage ultérieur du zinc ainsi isolé peut s'effectuer de plusieurs manières.

a) *Par colorimétrie* : le complexe présente une coloration intense ne se modifiant pas de façon appréciable pendant les premières heures qui suivent l'extraction (7).

b) *Par titration directe* : la coloration du complexe sert d'indicateur ; cette méthode est due à EVANS, qui emploie la diphénylcarbazone et titre par le ferrocyanure N/100 ou N/1.000 selon les quantités de zinc présumées (intensité de la teinte du complexe zinc-diphénylcarbazone).

c) *Par titration après décomposition du complexe* : le zinc étant alors dosé :
soit par polarographie (11,12)
soit par voie chimique (1) :

2. **Méthodes utilisant la microélectrolyse.** — La microélectrolyse offre de grands avantages pour les dosages en série. Elle est simple, souvent sélective, nécessite peu de surveillance, donne des résultats précis et surtout permet le dosage de quantités très variables de matière.

Nous avons donc plus spécialement examiné les applications de cette méthode à la détermination quantitative du zinc.

Nous envisageons séparément l'électrolyse :

a) d'une solution de sels de zinc purs ;

b) de solution provenant de la minéralisation de milieux plus ou moins complexes.

II. — ÉLECTROLYSE D'UN SEL DE ZINC

Cette électrolyse peut être effectuée :

1° en milieu acide : c'est une méthode peu sélective qui nécessite des voltages élevés ;

2° en milieu cyané ; surtout utilisé dans le cas des alliages ;

3° en milieu basique : méthode la plus couramment employée, car peu de métaux s'électrolysent dans un tel milieu.

Electrolyse du zinc en milieu basique. — L'électrolyse du zinc présente cependant une difficulté particulière : les dépôts obtenus sont parfois granuleux et peu adhérents, ce qui peut entraîner des pertes au cours du lavage des électrodes.

Selon CLARKE et HERMANCE (3) trois facteurs amènent une précipitation granuleuse du zinc électrolysé en milieu sodique ;

a) une température élevée ; cependant KARNITZKII (8) semble minimiser ce facteur, puisque, afin d'accroître la rapidité de l'opération, il effectue l'électrolyse à la température d'ébullition ;

b) basse concentration en alcali : aussi TREADWELL préconise un milieu fortement sodique qui évite des dépôts défectueux ;

c) libération d'hydrogène à la cathode : habituellement prévenue par cuivrage de celle-ci, ce qui ne gêne pas si les dépôts de zinc sont évalués par micropesée.

Durée de l'électrolyse. — La plupart des auteurs utilisent des artifices permettant un brassage de l'électrolyte, afin d'éviter l'appauvrissement en ions au voisinage des électrodes ce qui repousserait indéfiniment la fin de l'électrolyse. Le brassage peut être obtenu :

1° par barbotage d'air comprimé : appareil de CLARKE et HERMANCE ;

2° par action d'une bobine d'induction entourant la cuve à électrolyse. Cette bobine crée un champ vertical animant les ions d'un mouvement rotatoire (lois de LAPLACE) (4) ;

3° par action de la chaleur : la cuve étant maintenue à la température d'ébullition (KARNITZKII).

Les durées d'électrolyse restent malgré tout variables suivant les auteurs :

CLARKE et HERMANCE : 50 mn ;

KARNITZKII : 15 à 20 mn ;

DUVAL : 10 mn ;

WENGER (appareil de Pregl) : 20 mn.

Evaluations des quantités de zinc déposées à la cathode. — La plupart des auteurs utilisent la micropesée ; c'est un procédé simple et précis, mais qui nécessite un matériel spécial.

Nous avons préféré adopter une méthode préconisée par FONTÈS et THIVOLLE pour le dosage du fer et du cuivre.

Dosage du zinc par molybdomanganimétrie. — Le principe est le suivant (8 et 8 *bis*) : le réactif phosphorique-molybdique, solution phosphorique d'anhydride molybdique, mis en présence d'un réducteur, oxyde celui-ci. L'anhydride molybdique MoO_3 se transforme en un mélange de sous-oxydes de molybdène d'une belle couleur bleue.

De nombreux sous-oxydes ont été décrits : MoO_2, Mo_2O_3, Mo_2O_5, Mo_3O_8 ; la plupart sont bleus ; cependant Mo_2O_3 est brun, d'autres sont rouges. Ces colorations peuvent être obtenues au moyen d'un excès de réducteur.

Pratiquement on ne dépasse pas le stade du bleu, qui serait composé en grande partie de l'oxyde décrit par GUICHARD : $MoO_2\ 4MoO_3\ 6H_2O$, d'aspect colloïdal, très soluble dans l'eau, stable en milieu acide, détruit par les alcalins, sauf CO_3Na_2, très lentement oxydable à l'air (en plusieurs jours), rapidement par le permanganate de potasse.

Schématiquement, si nous considérons un seul sous-oxyde de Mo, MoO_2, le déplacement d'O_2 étant seul intéressant, la coloration bleue s'obtient suivant la réaction :

$$Zn + MoO_3 \rightarrow MoO_2 + ZnO.$$

On fait disparaître cette couleur en oxydant par MnO_4K en milieu phos-

phorique. Comme l'ont démontré FONTÈS et THIVOLLE, nous avons affaire ici à la réaction courante de manganimétrie : 2 molécules de permanganate libérant 5 atomes d'oxygène, soit :

$$\text{A} \quad 2MnO_4K + 5PO_4H_3 \rightarrow 2(PO_4H_2)_2Mn + PO_4K_2H + 3H_2O + 5O$$
$$\text{B} \quad MoO_2 + 1/2O_2 \rightarrow MoO_3.$$

l'équation totale étant :

$$5MoO_2 + 2MnO_4K + 5PO_4H_3 \rightarrow 2(PO_4H_2)_2Mn + PO_4K_2H + 3H_2O + 5MoO_3.$$

Quelle que soit d'ailleurs la nature exacte des réactions qui interviennent, les oxydes de molybdène ne servent que de transporteurs d'O_2, d'intermédiaires permettant la fixation d'oxygène sur le zinc métal suivant le schéma :

$$Zn + 1/2\,O_2 \rightarrow ZnO.$$

Applications aux solutions de sels de zinc purs. — En opérant dans les conditions que nous précisons plus loin, cette méthode nous a permis le dosage

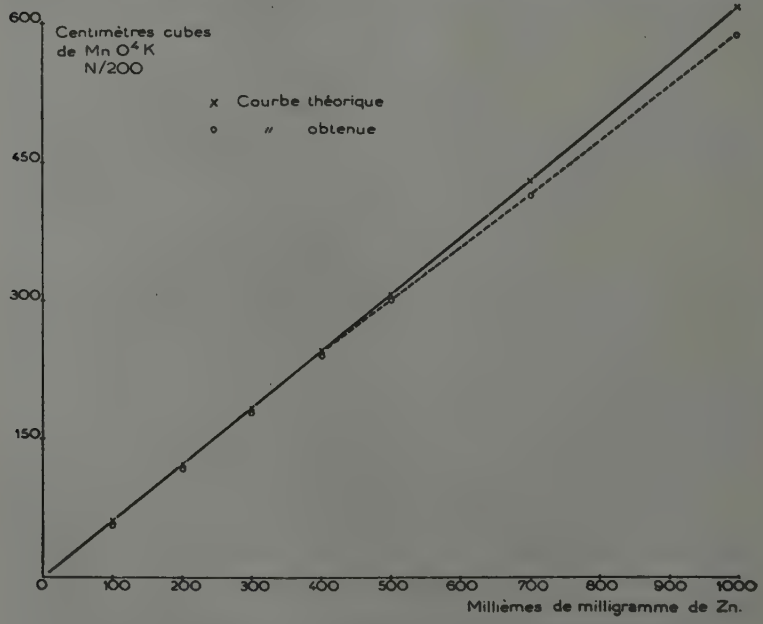


FIG. 1. — Courbe d'étalonnage pour le dosage du zinc par molybdomanganemétrie.

de quantités de zinc allant de 100 à 1.000 γ avec une précision de l'ordre de 5 %.

L'examen du graphique montre qu'au-delà de 500 γ environ, la courbe obtenue (fig. 1) se sépare du diagramme théorique. L'addition d'un grand

excès de réactif phosphomolybdique n'affecte pas le phénomène. Il en est de même de l'accroissement de la durée d'électrolyse.

Titrage du zinc par molybdomanganimétrie

Quantités de Zn introduites en γ :	Volumes de MnO_4K N/200 utilisés (en cm^3)			Écart
		Chiffre trouvé		
	Chiffre théorique	brut	blanc déduit	
(Blanc) 0	0	0,14 + 0,01	»	
100	0,61	0,76 + 0,01	0,62	+0,01
200	1,23	1,36 »	1,22	—0,01
300	1,84	1,98 + 0,02	1,84	0
400	2,46	2,53 »	2,39	—0,07
500	3,07	3,26 + 0,05	3,12	+0,05
700	4,33	4,28 + 0,06	4,14	—0,19
1000	6,15	6,05 + 0,11	5,91	—0,24

III. — DOSAGE DU ZINC DÉPOSÉ SUR LES VÉGÉTAUX

Premiers essais. — Nous avons opéré sur 1 g environ de feuilles sèches additionnées de 200 γ de zinc sous forme de sulfate.

La calcination du zinc en présence d'un gros excès de matières organiques étant délicate, nous avons préféré, avec BARBIER, CHABANNES et TROCMÉ, opérer par voie humide (2).

Nous avons indifféremment employé l'attaque nitrique ou nitroperchlorique.

Après électrolyse et dosage par molybdomanganimétrie, les quantités de zinc retrouvées étaient très inférieures au chiffre théorique (à peine 30 à 40 γ).

Nous avons pensé à une adsorption sur le précipité floculeux qui apparaît lorsqu'on neutralise le culot de minéralisation. Après analyse de ce culot, 2 corps nous ont paru susceptibles d'adsorber le Zn :

1° la silice ;

2° le calcium.

Influence de la silice. — Les auteurs australiens signalent qu'aux environs de pH 9,8 l'adsorption du zinc sur la silice est négligeable (13).

Influence de la chaux. — Un volume de 200 γ de zinc, sous forme de sulfate, additionné ou non de 2 cm_3 de Cl_2Ca à 10 % a été introduit dans la cuve à électrolyse.

Voici les résultats obtenus :

Poids de zinc introduit : 200 γ	
Poids de zinc retrouvé : avec Cl_2Ca	sans Cl_2Ca
55	197 γ
110	200 γ
38	194 γ
44	

Ces chiffres montrent que la présence de sels de calcium gêne la solubilisation totale, sous forme de zincate, de petites quantités de zinc.

Séparation du calcium. — Nous avons alors cherché à séparer le zinc par précipitation à l'état de sulfure. Pour que cette précipitation s'effectue correctement, il faut surveiller :

a) le pH : selon MAYR, le pH le plus favorable à la précipitation du sulfure de zinc est 2,6-2,7(9). OSTROUMOV recommande le tampon chloracéto-acétique (10). Dans notre expérience nous avons obtenu une bonne séparation en opérant en milieu acétique.

b) la finesse de grain du précipité : le sulfure de zinc en faible quantité donne un louche qui ne se sépare que très lentement, rendant ainsi la filtration difficile. Celle-ci peut être facilitée :

1° en entraînant le précipité par l'adjonction de « célite » (cette substance n'absorbe que très peu le sulfure de zinc) ;

2° en ajoutant à la solution de petites quantités de pâte à papier préalablement humectée dans le tampon acétique saturé de SH_2.

Dans tous les cas la précipitation se fera à chaud avec un courant très lent de SH_2.

IV. — MODE OPÉRATOIRE ADOPTÉ

A. — Minéralisation.

Nous avons indifféremment employé l'attaque nitrique ou nitroperchlorique. Le liquide de digestion est amené à sec, puis repris par quelques cm³ d'eau additionnés de 0,3 cm³ d'acide acétique cristallisable. On chauffe quelques instants, puis on filtre.

B. — Séparation du zinc.

On fait passer un courant lent de SH_2 dans le filtrat amené à l'ébullition. La précipitation est correcte après 15 à 20 mn environ. Le précipité est ensuite filtré sur petit creuset de Gooch, en verre fritté ou en porcelaine. On reprend par de l'acide chlorhydrique bouillant (1 : 1) et on rince avec quelques cm³ d'eau. Dans ces conditions, la quantité de zinc restant sur le filtre est négligeable.

C. — **Electrolyse.**

La solution chlorhydrique de zinc est introduite dans la cuve à électrolyse, puis alcalinisée à la soude jusqu'à pH 10. On y fait alors passer un courant de 3,5 volts pendant 3/4 d'heure. Après élimination de l'électrolyte par un courant d'eau distillée, la cathode est extraite de la cuve, puis introduite dans 5 cm³ de réactif phosphomolybdique et le zinc titré immédiatement au $Mn\ O_4\ K$ N/200.

L'appareillage utilisé pour l'électrolyse est du type classique, anode de platine fixée à la cuve et cathode HOLLARD.

D. — **Précision de la méthode.**

Afin de vérifier l'efficacité de la méthode, nous avons opéré comme à notre premier essai sur 1 g environ de feuilles additionnées de quantités variables de zinc.

Même dans le cas de quantités minimes les écarts entre la quantité de zinc ajoutée et la quantité retrouvée n'ont jamais dépassé 10 %. Ainsi pour :

100 γ introduit, on a retrouvé au minimum : 92 γ
200 γ introduit, on a retrouvé au minimum : 184 γ

Les quantités de Zn trouvées sont toutes inférieures aux quantités incorporées ; ceci est probablement lié aux pertes difficiles à éviter quand on opère sur de faibles quantités au cours d'une série de manipulations comprenant en particulier une filtration.

V. — RÉSUMÉ

La méthode décrite permet le dosage de quantités de zinc allant de 100 à 1.000 γ avec une précision de l'ordre de 10 % environ, lorsque le zinc se trouve en présence de matières organiques ou fait partie d'une molécule organique.

On a donc là une méthode relativement simple permettant l'évaluation des quantités de produit déposées au cours des traitements anticryptogamiques effectués à l'aide de composés organozinciques.

Reçu le 28 décembre 1951.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) O'BRIEN (E. J.). — Method for the determination of small amounts of zinc and copper in plants materials. *Australian Chem. Inst. J. and Process.*, 9, 35-41, 1942.
(2) CHABANNES (J.), TROCMÉ (L.) et BARBIER (G.). — Observation sur la carence zincique du pommier. *Ann. Agr.*, Nouvelle série, 1, 362-367, 1950.
(3) CLARKE (B. L.) et HERMANCE (H. W.). — Improved apparatus for microelectrolysis. *J. Ann. Chem. Soc.*, 54, 877-885, 1941.
(4) DUVAL (Cl). — Microélectrolyse rapide. *Rev. Scient.*, 76, 344, 1938, in : *Chem. Zentr.*, 11, 454, 1944.

(5) FONTÈS (J.). et THIVOLLE (L.). — La molybdomanganimétrie et ses applications. *Bull. Soc. Chim. Biol.*, 4, 614, 1922.
(6) FONTÈS (J.) et THIVOLLE (L.). — Les principes généraux de la molybdomanganimétrie. *Bull. Soc. Chim.*, 33, 835-844, 1923.
(7) HALE COWLING. — Report on the determination of zinc in plants. *J. Assoc. Off. Agr. Chem.*, 24, 520-526, 1941.
(8) KARNITZKII (V. A.). — Électrolyse rapide sans agitation mécanique. *Zavodskaya Lab.*, 10, 265-267, 1941.
(9) MAYR (C.). — Bestimmung und Trennung des Zinks von den Metallen der Schefelammoniumgruppe als Sulfid unter Anwendung des Chloressigsaüre-Acetatkupfers. *Z. Analyst. Chem.*, 92, 166, 1933.
(10) OSTROUMOV (E. A.). — Sur la séparation du zinc d'avec le cobalt, le nickel et le manganèse au moyen de l'hydrogène sulfuré et la précipitation ultérieure du zinc par l'acide anthranilique. *Ann. Chim. Anal.*, 19, 145, 1937.
(11) STOUT (P. R.) et LEVY (J.). — Polarographic studies with the dropping Hg cathode estimation of nickel and zinc. *Coll. Czeschoslov. Chem. Commun.*, 10, 36-41, 1938.
(12) WALKLEY (A.). — Determination of zinc in plant material. *Australian J. Exp. Biol. Med. Sci.*, 20, 139-147, 1938.
(13) WALKLEY (A.). — Extraction of zinc from ammonia buffers by means of dithizone. *Australian Chem. Inst. J. and Process.*, 929-934, 1942.
(14) EVANS (S.). — Accurate volumetric dtm of Zinc and Ni, using diphenylcarbazone as indicator. *Analyst.*, 71, 455-459, 1946.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

BRAUN (A. C.). — **Cellular autonomy in Crown gall** (L'autonomie cellulaire dans le Crown gall). *Phytopatho.* XLI, p. 963, 966, 1951.

Ce terme d'autonomie cellulaire se rapporte ici non seulement à la faculté que présentent les cellules indemnes de virus de croître en abondance et indéfiniment sur un milieu de cultures contenant ou non des substances de croissance mais aussi à leur multiplication incontrôlée sur la plante hôte.

Les résultats obtenus confirment les travaux de l'auteur qui a déjà montré que si la Bactérie a pu se développer dans les tissus de l'hôte pendant 4 jours à 25° avant d'être éliminée par chauffage (46° à 47° pendant 4 jours) les tumeurs provenant de l'inoculation donnent d'importants néoplasmes. Lorsque le traitement par chaleur intervient seulement 34 h après l'inoculation on obtient encore des tumeurs stériles mais celles-ci se développent lentement tant sur la plante qu'après isolement sur un milieu artificiel. Lorsque ces tumeurs se trouvent au voisinage d'un bourgeon adventif, leur développement est accéléré. En culture on observe parfois une transformation spontanée du type à croissance lente en type à croissance rapide.

Les résultats obtenus et le fait que des clones des deux types ont pu être maintenus 5 ans en culture en gardant leurs caractères paraissent indiquer que les tissus tumoraux à croissance lente et à croissance rapide sont capables d'un développement autonome. La rapidité de croissance des cellules tumorales est une propriété qui est probablement graduellement acquise dans la période de 4 jours au cours de laquelle s'effectue la transformation de la cellule normale en cellule tumorale. L'autonomie des cellules tumorales, ne serait acquise qu'après acquisition d'un certain degré de transformation.

P. L.

WALTEN (H. J.). — **Grasshoper transmission of three plant viruses** (Transmission de trois virus de plantes par des sauterelles). *Science*, 113, n° 2924, 36-37, 1951 ; *in Rev. appl. mycol.*, XXX, p. 358, 1951.

Expérience réalisée en serre avec des Sauterelles adultes *Melanoplus differentialis* (Université de Nebraska). Des Tabacs infectés étaient utilisés comme source des virus de la Mosaïque de Tabac, virus x de la Pomme de terre et virus de Ring spot de Tabac.

La plante test utilisée pour la transmission du virus de la Mosaïque du Tabac était l'Hybride Tabac × *Nicotiana. glutinosa*. Chaque insecte était porté sur cette plante après avoir mordu la feuille d'un tabac infecté soit immédiatement, soit après une attente plus ou moins prolongée. 22 insectes sur 75 testés aussitôt après le repas contaminant produisirent des lésions locales (28 lésions pour 22 plantes). 7 insectes sur 15 ayant subi une attente de 2 h, transmirent également le virus. Par contre aucune transmission ne fut obtenue 24 h après le repas contaminant. 20 insectes ayant été laissés sur une plante infectée pour se nourrir pendant 5 minutes puis maintenus 17 h sur la plante test, 10 d'entre eux transmirent le virus, produisant au total 15 lésions locales.

Des essais de transmission du virus au Tabac ont également été réalisés. La transmission fut obtenue par 57 insectes sur 104 avec production d'une infection générale chez le Tabac. 9 insectes sur 20 assurèrent la transmission après un repos de 2 h et 9 sur 21 après un repos de 4 h après passage sur la plante source. Pour les essais de transmission du virus X de la Pomme de terre et du virus du Ring spot du Tabac, la plante test utilisée était le Tabac. 18 insectes sur 100 transmirent le virus X et seulement 6 sur 100 le virus du Ring spot du Tabac.

Ces résultats sont hautement intéressants en ce qu'ils montrent la possibilité d'une transmission des virus étudiés en dehors de l'intervention des façons culturales opérées par l'Agri-

culteur. Ils fournissent un nouvel exemple de transmission par des insectes broyeurs. Il n'est pas étonnant que des virus aussi aisément inoculables que le virus de la Pomme de terre et le virus de la Mosaïque de Tabac puissent être transmis ainsi.

P. L.

MARAMOROSCH (K.). — **Mechanical transmission of Corn stunt virus to insect vector** (Transmission mécanique du virus du « stunt » du Maïs à son insecte vecteur). *Phytopatho.* XLI, 9, p. 833-837, 1951.

Le « stunt virus » du Maïs provenant d'insectes virulifères (*Dalbulus maidis*) a pu être injecté à des insectes de la même espèce. La transmission d'insecte à insecte a pu être couronnée de succès. Dans une autre expérience on a pu injecter avec succès aux insectes le virus contenu dans des jus de plantes.

Un quatrième virus de plantes s'ajoute donc à la liste de ceux qui, n'étant pas mécaniquement transmissibles de plante à plante, le sont cependant aux insectes vecteurs (les trois autres sont les virus du Streak du Maïs, de l' « Aster yellows » et des tumeurs de blessures).

P. L.

NICKELL (L. G.). — **Effect of Coconut milk on the growth in vitro of plant virus tumor tissue** (Effet du lait de coco sur la croissance *in vitro* des tissus de tumeurs provoquées par des virus). *Bot. gaz.*, CXII, 225-228, 1950.

L'addition de lait de coco à un milieu provoquant une bonne croissance des tissus tumoraux du *Rumex acetosa* provoque une stimulation prononcée de la croissance qui n'est pas due à l'ac. indole acétique.

Le lait de coco pur permet une croissance excellente des tissus tumoraux, tandis que les explantats de Carotte ne se développaient pas dans ces conditions.

Le lait autoclavé a un effet stimulant plus accentué que le lait stérile filtré. Ceci suggère l'existence d'un inhibiteur thermolabile. La substance stimulante paraît thermostable.

P. L.

LINDNER (R. C.), WEEK (T. E.) et KIRKPATRICK (H. C.). — **Studies on a color test for stone fruit virus diseases** (Etude sur un test colorimétrique des maladies à virus des arbres fruitiers). *Phytopatho*, XLI, 10, 897-902, 1951.

L'un des auteurs a décrit antérieurement des méthodes colorimétriques ayant pour but de détecter le virus dans les arbres fruitiers à noyau en mettant à profit l'accumulation de polyphénols dans les tissus malades. 70.000 tests ont été réalisés en vue de rechercher les tissus les plus convenables aux épreuves. Les feuilles se sont révélées un matériel de choix chez le Cerisier, le bois est cependant utilisable pendant la période de repos. Le bois est susceptible de donner de meilleures indications quand on recherche les complexes latents sur Pêcher et Mahaleb. Un procédé utilisé pour ces tests est décrit.

Les défaut de ces tests est qu'on ne peut savoir quel virus entre en jeu.

Les résultats de ces 70.000 tests montrent que très peu de Pêchers ou de Cerisiers sont indemnes de virus.

P. L.

SALMON (J.). — **Mise en évidence de ribonucléoprotéides dans les cellules criblées, au moyen de la méthode de Brachet.** *C. R. Ac. Sc.*, t. 233, n° 6, p. 495-497, 1951.

Cette étude visant la mise en évidence de la présence éventuelle de ribonucléoprotéides dans les tubes criblés chez les Dicotylédones présente un intérêt au point de vue virologique puisque les mêmes méthodes peuvent être envisagées pour mettre en évidence les virus dans la cellule. C'est la coloration par la pyronine qui a été utilisée. Ce colorant donne une couleur rose aux substances accumulées dans les tubes criblés. Après quelques jours de contact avec la ribonucléase à 37° la coloration disparaît (étude réalisée sur la plantule du *Cucurbita pepo*). Les ribonucléoprotéides existent dans la plantule en grande quantité dans les méristèmes et le liber.

P. L.

TAKAHASHI (W. N). — **A Comparison of methods for extracting Tobacco mosaic virus from leaf tissue** (Comparaison de diverses méthodes d'extraction du virus de la Mosaïque du Tabac à partir du tissu foliaire). *Phytopatho*, XLI, 10, 903-907, 1951.

L'A. reprend la question de l'extraction du virus de la Mosaïque du Tabac. Dans une première série d'essais le jus est extrait par broyage grossier dans un hachoir à viande après

congélation. Les jus sont amenés au pH 7 à l'aide de phosphate di-potassique et le virus est purifié par hypercentrifugation. Le dosage du virus est réalisé au spectrophotomètre de Beckman. Cette méthode fournit 3,75 mgr de virus par gr de tissu frais.

Dans une deuxième série d'essais le virus est extrait de fragments de limbe obtenus par élimination des grosses nervures — (fragments de 0,5 cm^2) — un broyage fin est réalisé à l'aide d'un appareil antérieurement décrit par l'auteur. Le phosphate disodique est ajouté graduellement pendant l'opération. Après mise en suspension et séparation du résidu solide par centrifugation, le virus est purifié par hypercentrifugation, Les culots sont ensuite repris jusqu'à épuisement complet du virus extractible. Les quantités totales extraites vont de 8,27 mgr de virus (pH5) à 8,87 mgr (pH7) par gr frais de feuille.

Dans une troisième série d'essais la préparation est effectuée comme précédemment. Mais les résidus de tissu broyé sont soumis à divers traitements : 1° autolyse ; 2° digestion en présence de trypsine ; 3° digestion en présence d'extrait hépatique d'*Helix aspersa* ; 4° digestion en présence du contenu de l'estomac de l'Escargot. L'extrait hépatique était préparé par lyophylisation et broyage au moulin ; l'extrait de l'estomac suivant la technique de BAWDEN et PIRIE. On utilisait 20 mgr de trypsine ou de poudre de foie et 1 cc d'extrait d'estomac. L'incubation était réalisée à 37° (18 à 12 h), 3 gouttes de chloroforme étaient ajoutées pour éviter la pullulation de micro organismes. Le virus était ensuite extrait comme plus haut puis le nouveau résidu était broyé et soumis à une nouvelle incubation. Trois incubations successives étaient mises en œuvre. Tandis que le broyage grossier fournissait 3,75 mgr de virus par gr frais de feuille, le broyage fin en fournissait 2,5 fois plus, le maximum étant obtenu au pH7. L'autolyse n'augmentait pas la quantité extraite par broyage fin. Une légère augmentation était obtenue avec la trypsine au pH5 (9,45 mgr contre 8,87 sans trypsine au pH7) les extraits de foie et d'estomac fournissaient leur maximum au pH6 (9, 96 et 10, 18 mgr). Ces dernières quantités sont de l'ordre de grandeur de celles obtenues par BAWDEN et PIRIE. Ces auteurs n'obtenaient qu'un tiers du virus dans les jus. L'auteur trouve au contraire que le broyage fin est plus important que l'action des enzymes (extraction de 87 % sous leur action) et rejoint les conclusions de LIMASSET, CORNUET et GENDRON qui admettent que l'enzyme agit en désintégrant les cellules et non en provoquant la rupture de certaines liaisons.

Pour l'extraction courante un simple broyage fin suffit, la première extraction correspondant à 75 % de la quantité fournie par les enzymes. Les extractions au broyeur à hélice utilisées en France permettent une extraction beaucoup plus poussée que celle obtenue par TAKASHI : (près de 98 % du virus).

P. L.

OSTER (G.). — **Two phase formation in solutions of Tabacco mosaic virus and the problem of long-range forces** (La formation de deux phases dans les solutions du virus de la Mosaïque de Tabac et le problème de l'attraction à distance). *J. gen. Phys.*, XXXIII, 5, 445-473, 1950.

Formation de deux phases dans une solution du virus de la Mosaïque du Tabac. La phase inférieure optiquement anisotrope est plus riche en virus que la phase supérieure qui est isotrope. Dans un échantillon contenant des particules de dimensions variées, celles de la phase inférieure sont plus longues que celles de la phase supérieure et les concentrations sont presque égales. Plus les particules sont longues, plus la concentration en virus nécessaire pour la formation des deux phases est faible. La concentration minimum nécessaire à la formation des deux phases est celle pour laquelle la corrélation d'orientation entre les particules en forme de bâtonnets commence à prendre place. Elle est déterminée par des considérations thermodynamiques.

La phase inférieure de préparations du virus de la Mosaïque du Tabac purifiées depuis peu montre la diffraction de Bragg de la lumière normale. L'étude de la diffraction montre que les particules de virus forment en solution des cristaux à trois dimensions, ayant à peu près les mêmes dimensions que les inclusions cristallines trouvées dans les cellules de plantes infectées.

P. L.

FULTON (R. W.). — **Superinfection by strains of Tabacco mosaic virus** (Super infection par des souches du virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho*, XLI, 7, 579-592, 1951.

La prémunition croisée entre souches d'un même virus telle qu'elle a été découverte par THUNG, présente des exceptions. On a supposé alors que la première souche inoculée laissait certaines cellules indemnes, permettant ainsi à la seconde de se développer.

L'A. a effectué ses observations sur le *Nicotiana sylvestris*. Plusieurs souches du virus de la Mosaïque du Tabac ont été inoculées à cette plante, les unes provoquant des Mosaïques, les autres des lésions nécrotiques locales. Lorsque les souches provoquant des nécroses étaient

inoculées à des plantes déjà infectées par une souche du premier type, des lésions locales se formaient, mais en moins grand nombre que sur les plantes saines. Par exemple une souche (souche E) diluée au 1/5 produisait sur une plante infectée le même nombre de lésions qu'à $1/5 \times 10^4$ sur une plante saine. La prémunition était donc seulement partielle. (Les relations sérologiques des deux souches étaient vérifiées). Sur 18 souches provoquant une mosaïque sur le *N. Sylvestris*, aucune ne donnait une immunité complète.

Les lésions provoquées par les souches nécrotiques sur les feuilles de plantes déjà infectées par une souche à Mosaïque apparaissent dans les zones foncées et non dans les zones chlorotiques. Or les zones foncées sont moins riches en virus (prélèvement de disques, broyage au mortier, dilution à 1/100 et 1/500 et inoculation à l'hybride *N. tabacum* × *N. glutinosa*). Des feuilles saines inoculées directement par une souche Mosaïque présentent au bout de 4 j une prémunition totale, or leur teneur en virus est alors beaucoup plus élevée que celle des zones foncées des feuilles mosaïquées. On pourrait supposer qu'il y a, dans les zones foncées, un certain nombre de cellules indemnes. S'il en était ainsi une surinfection par une souche non nécrosante complèterait l'immunité. Le traitement ayant été réalisé sur 1/2 feuille aucune augmentation de la résistance à l'inoculation d'une souche nécrosante n'a pu être constatée. Il est donc probable que dans la superinfection la souche nécrosante pénètre dans des cellules déjà infectées. Cependant la superinfection n'a lieu que dans les tissus pourvus en virus. L'utilisation de carborundum, les variations d'éclairement et l'application d'inactivateurs influencent la superinfection des feuilles mosaïquées de la même façon que l'infection des feuilles saines. Deux des six souches nécrotiques produisent de plus nombreuses lésions que les quatre autres souches. Inoculées à des feuilles saines de *N. sylvestris* ces deux souches provoquent une nécrose complète et se multiplient moins que les autres.

Les résultats sont en contradiction avec ceux de KUNKLE ce qui s'explique par l'usage du carborundum et probablement une dilution moins forte de l'inoculation. L'A. estime que la prémunition incomplète permet d'expliquer le développement des mutants chez certaines plantes.

P. L.

KENDRIK JR. (J. B.), MIDDLEFON (J. T.) et CHAPMAN (H. D.). — **The influence of nutrition upon tabacco mosaic virus-infected tomatoes** (Influence de la nutrition sur des Tomates infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac). *Phytopatho.*, XLI, 10, p. 940, 1951.

La réduction de poids des plantes engendrée par l'infection paraît plus faible chez les plantes carencées en N et NPK que chez les plantes nourries normalement bien que la valeur absolue du poids sec soit plus faible. C'est chez les plantes carencées que la teneur en virus est la plus faible. La gravité de la maladie paraît donc directement affectée par la teneur en virus. La récolte de fruits était diminuée par l'infection. Cette réduction était diminuée avec un NPK moyen, un N faible, et un K élevé et accentuée par un NPK élevé, un P élevé et un K élevé.

BALD (J. G.) et HAMMACK (M.). — **Differentiation of some tobacco mosaic strains occuring naturally in Tobacco.** (Différenciation de certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac se développant dans la nature sur cette plante). *Phytopatho.*, XLI, 10, p. 935, 1951.

Les A. ont observé des différences de mobilité à l'électrophorèse entre les souches virulentes et atténuées du virus de la Mosaïque du Tabac. Parmi les souches virulentes de mobilité analogue les A. distinguent les « severe mottle types » qui provoquent des nécroses sur une grande proportion de plantes quand on les inocules au *Nicotiana affinis* et les « distor ting types » causant peu ou pas de nécroses.

P. L.

LUCARDIE (M.). — **Remming van de vermeerdering van Tabaks Mosaik-virus door ern extract van de kernen van enkele Palmsoorten.** (Etude de l'action inhibitrice exercée par les extraits de fruits de certains Palmicos sur le virus de la Mosaïque du Tabac). *Trjas. ov. Plantenziekten*, 57, p. 172, 1951.

L'auteur a étudié l'action inhibitrice d'extraits de noix de Palmier (*Acrocomia Totai* et *Elaeis* sp.) suivant la méthode utilisée à Versailles par GENDRON. La pulvérisation des feuilles du *Nicotiana glutinosa* 5 à 6 h avant l'inoculation réduit considérablement le nombre de lésions locales. La pulvérisation après l'inoculation est sans effet de même que la pulvérisation suivie de rinçage après 5 h. Par contre le mélange de l'extrait avec un jus infectieux *in vitro* provoque l'inhibition de l'activité du virus.

P. L.

SCHULTZ (E. S.). — **Interveinal mosaïc of Potato** (La Mosaïque internervaire de la Pomme de terre), *Phytopatho*, XLI, 6, 564-565, 1951.

Maladie provoquée par un virus qui cause une Mosaïque internervaire chez *Green Mountain, Irish Cobbler* et quelques autres variétés. Sur d'autres variétés on observe une rugosité du feuillage sans Mosaïque. Sur certaines variétés les symptômes se rapprochent beaucoup de ceux des virus A et X. On peut les distinguer sur d'autres. En particulier des variétés immunes aux virus A et X sont sensibles à cette maladie qui est d'ailleurs transmise par des pucerons alors que le virus X ne l'est pas. L' « interveinal mosaïc » a été trouvée dans le Maine sur *Irish Cobbler* il y a quelques années et s'est étendue dans le Nord-Ouest où on l'a appelée « Supermild mosaïc ». Son extension doit être plus grande qu'on ne le pense car les symptômes sont légers. Bien que ne réduisant pas de façon sensible la taille des plantes, cette maladie réduit le poids des tubercules chez *Green Mountain* de 13 %, chez *Irish Cobbler* de 18 % et chez 41 956 (var. immune au virus X) de 14 %.

P. L.

WILSON (J. H.). — **The expression of symptomes of leaf-roll in potatoes** (L'extériorisation des symptômes de l'Enroulement chez les Pommes de terre.) *Ann. appl. Bibl.*, XXXVIII, 2, 546-547, 1951.

L'abondance de l'azote, en présence de phosphore, masque les symptômes de l'Enroulement. L'ombre a peu d'effet. Le potassium accentue légèrement les symptômes. Sur la *Var. Up to Date*, assez tolérante au virus, le mascage provoqué par l'azote est remarquable. Les symptômes sont supprimés jusqu'à la floraison et restent ensuite confinés aux feuilles de base. L'A. souligne l'importance de ces faits pour le contrôle des plantes malades.

P. L.

BERCKS (R.). — **Uber die X-Virus Verseuchung des Nachbaures von primärinfizierten Kartoffel pflanzen.** Sur l'infection par le virus X de la descendance de Pommes de terre présentant une infection primaire *Nachr. der dtsch. Pflanzensch.* (Braunschw.), 2, nº 10, 147-149, 1950.

Les tubercules de Pommes de terre des variétés *Flava, Capella* et *Fuëhperle* inoculées en 1949 avec le virus X ont été plantées en serre et examinées sérologiquement 4 semaines plus tard. Tous les tubercules de *Flava* provenant de plantes inoculées de bonne heure (mai) avec du virus provenant de la même variété ou de la var. *Sabina* étaient infectés. Les pourcentages de tubercules infectés fournis par les plantes inoculées en juin et juillet avec le virus X de *Flava* étaient respectivement de 45,3 % et 16,3 %. Les tubercules des plantes inoculées, durant les mêmes périodes, avec le virus X d'*Erstling* (*Duke of York*) présentaient des taux d'infections de 80,7 %, 34,2 % et 24,2 %. La souche Cs35 ne donnait qu'un pourcentage négligeable de tubercules infectés chez *Flava*.

Les pourcentages de tubercules infectés de la var. *Capella* en provenance de plantes inoculées de bonne heure avec les virus X de *Flava, Duke of york, Kaiser Krone* et Cs 35 étaient respectivement 71,4-S. et O. Les inoculations précoses de *Frühperle* avec le virus X de *Flava* donnaient 81 % de tubercules infectés et les inoculations tardives 62 %, tandis qu'avec Cs 35 on obtenait 27 % pour les premières et 10 % pour les secondes. Ces faits confirment la résistance au virus X des plantes mûres.

P. L.

BROADBENT (L.) et TINSLEY (T. W.). — **Experiments of the colonization of Potato plants by apterous and by alate aphids in relation to the spread of virus diseases** (Expériences sur la colonisation de Pommes de terre par des pucerons ailés ou aptères en relation avec l'épidémiologie des maladies à virus). *Ann. appl. biol.*, XXXVIII, 2, 411-424, 1951.

Les A. estiment que la plupart des contaminations par le virus Y et le virus de l'Enroulement de la Pomme de terre sont réalisées par les pucerons ailés. Le rôle des aptères serait secondaire.

P. L.

COONS (G. H.) et KOTILA (J. E.). — **Virus Yellows of sugar Beets and Tests of its occurence in the United States** (Le virus de la jaunisse de la Betterave. Epreuves réalisées en vue de déceler sa présence aux Etats-Unis. *Phytopatho*, XLI, 559, 1951.

Les auteurs ont récolté en 1950 des plantes ayant des symptômes rappelant la jaunisse dans le Michigan, l'Ohio et le Colorado. Des tests sérologiques ont été réalisés avec un sérum en provenance de Bergen-op-zom (Hollande). Tous ont été négatifs en 1949 ; deux plantes récol-

tées à Cone, Michigan, ont réagi positivement. Il faut cependant attendre la preuve supplémentaire de la transmission par Pucerons pour affirmer qu'il s'agit bien de jaunisse.

P. L.

BLENCOWE (J. W.) et TINSLEY (T. W.). — **The influence of density of plant population on the incidence of yellows in sugar beet crops** (Influence de la densité de plantation sur l'incidence de la jaunisse chez la Betterave à sucre. *Ann. appl. Biol.*, XXXVIII-2, 395-401, 1951.

Divers auteurs ont déjà signalé que les plantations denses réduisaient l'incidence des maladies à virus (STOREY, 1935 et CLARKE, 1937 pour la rosette de l'Arachide, SHAPOVALOV et coll., 1945 pour le « Yellow spot » de l'Ananas, VAN DER PLANK et ADERSSEN, 1944-45, pour le « spotted wilt « chez le Tabac). VANDER PLANK (1947) a insisté sur le fait que l'augmentation du nombre de plantes réduisait le nombre d'infections en provenance de sources extérieures puisque le nombre d'insectes vecteurs provenant de celles-ci est limité. Ceci a été démontré dans le cas du spotted wilt sur des cultures où le virus ne paraît pas se répandre de plante à plante (VAN DER PLANK, 1946). L'étude restait à faire lorsqu'il y a expansion ultérieure à partir des premiers foyers comme c'est le cas dans la jaunisse.

La densité diminue l'incidence de la maladie. Les épurations sont sans effet et même augmentent parfois le développement de la maladie, peut-être parce que les insectes virulifères sont dérangés lorsqu'on enlève des plantes.

P. L.

HAGEDORN (D. J.) et HANSON (E. W.). — **A comparative study of viruses causing Wisconsin pea stunt and red clover vein mosaic** (Etude comparée des virus provoquant le « stunt » du Pois et la « vein mosaïc » du Trèfle incarnat). *Phytopatho*, XLI, 9, 813-819, 1951.

Le « Wisconsin pea stunt virus » décrit par HAGEDORN et WALKER en 1949 paraît provoqué par le même virus que la « vein mosaïc « du Trèfle incarnat. Les virus de ces deux maladies ont les mêmes hôtes (uniquement Légumineuses) et produisent les mêmes symptômes sur ces hôtes. Les faibles différences observées sont du même ordre que celles que fournissent des isolements distincts du virus de la Mosaïque de Trèfle incarnat. HAGEDORN et WALKER n'ont pas obtenu de symptômes typiques sur le Trèfle incarnat ni l'infection du Trèfle blanc. Ceci s'explique probablement par l'incubation plus longue. En particulier dans le cas de Trèfle blanc l'incubation est de 60 jours.

Les deux virus étudiés en détail ont tous deux infecté les dix variétés de Pois étudiées. Les propriétés physiques et la transmissibilité par les insectes étaient également identiques.

BRIDGMON (G. H.) et WALKER (J. C.). — **The relation of Southern bean mosaic to black root** (Relation entre la « Southern Mosaïc » de Haricot et le « Black root »). *Phytopatho.*, XLI, 10, 865-871, 1951.

La maladie appelée « black root » a été décrite pour la première fois par JENKINS (1940) en Géorgie. Les symptômes se caractérisent par une nécrose générale et une modification de la couleur des sutures de la gousse et des tissus vasculaires des racines. Divers auteurs ont noté que des plantes résistantes au « Bean virus » présentaient occasionnellement des symptômes quand on les inoculait mécaniquement avec un extrait contenant le virus (ZAUMEYER et THOMAS, 1948) ou lorsqu'on les greffait par approche avec des plantes sensibles infectées (GROGAN et WALKER, 1948). Ce fait a été interprété comme une réaction d'hypersensibilité.

Le présent travail a pour but de rechercher si le « Bean virus 4 » agent de la « Southern bean mosaic » peut aussi provoquer les symptômes du Black-root quand on l'introduit directement dans le liber grâce à des greffes par approche. Les symptômes de « Black root » ont bien été obtenus dans ces conditions par les auteurs sur des variétés résistantes aux virus 4. Par contre les variétés sensibles ne donnent pas de nécroses. Le Black root est ainsi confiné dans les variétés qui réagissent par des nécroses locales à l'inoculation mécanique. Les résultats antérieurs relatifs à la production de « Black root « par le virus I ont été confirmés. Les nécroses provoquées par le virus 4 étaient rouges brunâtres tandis que celles provoquées par le virus I étaient vert noirâtres. Les nécroses du premier ont tendance à être moins graves que celles du second.

P. L.

NICKELL (L. G.). — **Effect of certain dyes on the growth in vitro of virus tumor tissue from Rumex acetosa** (Effet de certains colorants sur la croissance, *in vitro*, des tissus tumoraux d'origine virologique du Rumex acetosa). *Bot. gar.*, CXII, 290-293, 1951.

Certains colorants (Bleu de méthylène, violet cristal, vert malachite) inhibent la crois-

sance du tissu tumoral à des concentrations supérieures à 0,01 p. p. m. Le rouge neutre est inhibiteur à 0,1 p. p. m. Le trypan bleu, la pyronine *y*, l'azur A et le vert de méthyle provoquent une stimulation de la croissance à 0,01 et 0,1 p. p. m. L'effet de ces colorants sur la croissance n'est pas permanent. Si l'on remet la culture sur un milieu standard, elle reprend sa croissance normale. Même aux concentrations inhibitrices ces colorants sont sans effet sur la couleur du tissu.

P. L.

GIGANTE (R.). — **Il mosaico del pesco** (La Mosaïque du Pêcher). *Boll. Staz. Pat. veg. Roma*, Ser. III, 6, p. 1930, 5 fig. 1948.

On a observé la Mosaïque sur le Pêcher en Italie probablement pour la première fois à Ravennes sur trois arbres de la var. *Précoce argentée*. L'auteur décrit les symptômes et indique que les arbres présentent souvent un raccourcissement des entre-nœuds. Les fruits présentent extérieurement un aspect normal, la chair ne change guère d'aspect non plus mais ses qualités gustatives sont modifiées : elle paraît aqueuse et insipide. Les arbres atteints doivent être rapidement détruits. Dans les régions très atteintes il conviendrait de remplacer les variétés sensibles par des variétés résistantes.

P. L.

KLESSER (P. J.). — **A virus disease of red currant** (*Ribes rubrum*). (Une maladie à virus du Groseiller). *Ann. appl. biol.*, XXXVIII, 3, 7.706 713, 1951.

L'A. décrit un virus produisant des symptômes de Ring spot et de vein-clearing sur le Groseiller. Celui-ci est inactivé à 66°-68°, tolère une dilution de 1/2.000 mais non 1/5.000, perd son pouvoir infectieux en 7-9 jours *in vitro* et n'a été transmis que mécaniquement. Le virus infecte de nombreuses plantes appartenant à des familles variées. Sur Tabac le symptôme est un Ring-spot. Il n'y a pas de prémunition croisée avec le virus du Ring-spot du Tabac. Il s'agirait donc d'un virus autonome.

P. L.

TODD (J. Mc A.). — **An indigenons source of swollen shoot disease of Cacao** (Une source indigène de la maladie du swollen shoot du Cacaoyer). *Nature*. Lond. 167-4258, 952-953, 1951.

La grande fréquence du virus du Swollen Shoot chez le *Cola chlamydantha* et la présence de spécimens infectés là où le Swollen Shoot de Cacaoyer est absent conduisent à penser que l'affection du *Cola Chlamydantha* a précédé celle de Cacaoyer. On en conclut que cette plante indigène est la source naturelle immédiate du virus dans l'ouest du Gold Coast et que son contrôle est particulièrement important.

P. L.

KELLER (J. R.). — **Report on indicator plants for Chrysanthemum Stunt virus and on a previously unreported Chrysanthemum virus** (Mise en évidence de plantes indicatrices pour le virus du « stunt » du Chrysanthème et d'un nouveau virus de cette plante). *Phytopatho.*, XLI, 10, 947-949, 1951.

Des travaux réalisés à l'Université de Cornell ont abouti à la découverte d'un virus masqué non signalé jusqu'alors, sans la variété « Blanche ». On a constaté aussi que « Blanche » (infectée par le nouveau virus) et « Mistletoe » sont d'excellents indicateurs du virus de « Stunt » du Chrysanthème.

Depuis un certain nombre d'années on avait remarqué chez la var. « Mistletoe » une maladie, désignée sur le nom de « meales » par les horticulteurs et caractérisée sur toute la plante par de petites taches foliaires de 3 mm de diamètre. Des greffages sur d'autres variétés ont montré que cette maladie était causée par le virus du « Stunt ». Les symptômes très spéciaux font de la var. « Mistletoe » un hôte différentiel intéressant pour ce virus soit par greffage, soit par inoculation mécanique.

Un nouveau virus a été trouvé, en combinaison avec celui du « stunt », chez des plantes de la variété Blanche présentant les symptômes désignés sous le nom de « Crinkle » (feuilles déformées, taches blanches et bigarrure des feuilles). Les plantes, présumées saines, de la variété Blanche produisaient divers symptômes par greffage sur d'autres variétés. L'inoculation, par greffage, du virus du stunt à ces plantes de la variété Blanche provoquait le Crinkle. Cette maladie doit donc être attribuée à un complexe constitué par le virus du « stunt » et un nouveau virus (*Chrysanthemum virus Q*) présent dans les pieds indemnes de symptômes de la variété Blanche. Le virus Q n'est pas transmissible par le jus et ne paraît pas présenter d'affinités avec le virus du stunt. Les plantes de la variété Blanche infectées par le virus Q sont

actuellement le meilleur indicateur du virus du « stunt ». Le Crinkle dû à l'action combinée de ces deux virus est facile à reconnaître à toute époque de l'année.

En 1949, 90 espèces végétales, autres que le Chrysanthème, réparties dans 27 familles ont été inoculées par le virus du stunt, mais aucune ne donne de réaction.

P. L.

CALDWELL (J.). — **Further observations on Chrysanthemum virus disease** (Nouvelles observations sur une maladie à virus du Chrysanthème). *Gdnr's chron.*, Ser. 3, 129, nº 3.356, p. 141, 1951.

Il y a quelques années une maladie des Chrysanthèmes causée par le virus de l'aspermie de la Tomate s'est montrée très répandue dans le Sud-Ouest et d'autres régions de la Grande-Bretagne. Le virus se répand rapidement des Chrysanthèmes aux Tomates cultivées à l'extérieur dans les cultures maraîchères. Il faut prendre grand soin d'éliminer les Chrysanthèmes atteints.

P. L.

RUMLEY (G. E.) et THOMAS (W. D.). — **The inactivation of the Carnation mosaic virus** (L'inactivation du virus de la Mosaïque de l'Œillet). *Phytopatho*, XLI, 3, 301-303, 1951.

Les extraits infectieux portés 10 minutes à des températures comprises entre 40° et 80° voient leur virulence diminuée, celle-ci étant appréciée par inoculation du *Dianthus barbatus*. La diminution de virulence s'accentue à partir de 60°. A 70° la virulence tombe à zéro. Le traitement par la chaleur des plantes infectées provoque une mortalité élevée.

Le traitement de bouture d'Œillets non enracinées, par divers produits a montré que le chlorure de calcium à 0,2 % et le sulfate de zinc à 0,025 % peuvent être efficaces *in vivo*, la moitié des plantes traitées guérissaient et leurs extraits étaient dépourvus de virulence. Malheureusement ces traitements sont trop phytotoxiques pour être recommandés.

P. L.

WRIGHT (C. M.). — **Gomphrena globosa, a local lesion indicator plant for the Carnation mosaic virus** (*Gomphrena globosa* : une plante test à lésions locales pour la Mosaïque de l'Œillet). *Phytopatho.*, XLI, 10, 945, 1951.

Le *Gomphrena globosa* réagit par de légères lésions locales brun-rougeâtres environ 5 jours après inoculation mécanique de jus de *Dianthus barbata* infectés présentant une mosaïque. Il est probable que le virus provoquant les lésions sur le *Gomphrena* est le « Carnation mosaïc virus ».

P. L.

JENSEN (B. D.) et GOLD (A. H.). — **A virus ring spot of Odontoglossum Orchid : symptoms transmission and electron microscopy** (Un virus provoquant un Ring spot chez les Orchidées du g. odontoglossum : transmission et microscopie électronique). *Phytopatho.*, XLI, 7, 648-653, 1951.

Maladie à virus de l'*Odontoglossum grande* caractérisée par des anneaux nécrotiques concentriques, sur les feuilles, entourant des tissus vert normal à noir. Les symptômes sont plus accentués pendant les premiers mois de l'Infection. Le virus est transmissible mécaniquement, les premiers symptômes apparaissant au bout de 2 semaines.

Les photographies au microscope électronique montrent que le virus a la forme de particules en bâtonnets de 24 m μ de large et 280 mμ de long ayant une légère tendance à s'incurver. L'inoculation à d'autres espèces que l'*Odontoglossum grande* a échoué.

P. L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

Mac LUTICH (D. A.). — **A new technique of animal census with exemples** (Une nouvelle technique de recensement des animaux avec des exemples). *Journal of Mammalogy*, vol. 32, nº 3, 318-328, 1951.

Sommaire. — Il est présenté une méthode pour estimer le domaine vital d'une espèce donnée, suivant son sexe et son âge, durant une période de piégeage. Du nombre d'animaux pris, on peut déduire la densité de la population. Cette méthode utilise les résultats du piégeage en

ligne obtenus dans deux carrés de taille très différente ou ceux obtenus dans un carré et une ligne de pièges. C'est une méthode relativement rapide qui donne des valeurs moyennes du domaine vital et de la densité de population et elle est le complément du piégeage-vif conventionnel qui ne donne que des valeurs individuelles de ces éléments. Un progrès est réalisé par l'estimation de la précision des valeurs obtenues ce qui est essentiel pour deux raisons : d'abord parce que des estimations de ce genre sont ce qu'on peut attendre de mieux du piégeage et ensuite parce que la connaissance de la précision des valeurs obtenues permet d'estimer la signification de différences de résultats obtenus d'une année à l'autre, d'un endroit à l'autre, d'un habitat à l'autre.

J. G.

COLE (L. C.). — **Population cycles and random oscillations** (Variation cyclique et oscillations au hasard des populations animales). *The Journal of Wildlife Management*, vol., 15, nº 3, 233-252, 1951.

L'Auteur considère les cycles de population qui ont été décrits par divers auteurs. Il retient notamment ceux pour lesquels nous avons le plus de données. Il en fait une analyse statistique et démontre qu'en réalité ces cycles de population pris dans leur ensemble, présentent une grande variabilité ; les valeurs moyennes de leur périodicité et de leurs coefficients de variation sont tout à fait comparables à ce que donne un calcul en supposant que les populations varient entièrement au hasard.

Sa discussion finale peut se résumer ainsi : une population animale en un milieu déterminé varie comme si elle tendait à atteindre un certain niveau, toute fluctuation dans un sens étant suivie d'un phénomène compensatoire en sens inverse, mais la compensation est en général imparfaite. Une espèce déterminée a une réponse plus ou moins amortie aux variations des conditions de milieu ; ce sont évidemment les espèces à fort pouvoir de reproduction qui répondent le plus rapidement et accusent les plus fortes variations. L'interprétation de ces fluctuations plus ou moins amorties comme présentant des cycles de périodicité de 3 ou 10 ans environ semble bien discutable de même que la corrélation de ces cycles de variation avec ceux de facteurs climatiques. En conclusion, l'auteur pense que les variations des populations animales pourraient être dues aux variations entièrement au hasard de multiples facteurs du milieu.

J. G.

HOWARD (W. E.). — **Relation between low temperature and available food to survival of small rodents** (Relation entre la température, les disponibilités en nourriture et la survie des petits Rongeurs). *Journal of Mammalogy*, vol. XXXII, nº 3, 300-312. 1951.

Des expériences qu'il a conduites sur *Peromyscus maniculatus bairdi*, l'auteur conclut que la mort des petits Rongeurs soit en nature, soit dans les pièges, durant la période froide, est due à l'action combinée de la basse température et du manque de nourriture ; aux températures voisines du gel la quantité de nourriture nécessaire est plusieurs fois supérieure à celle nécessaire à la température ordinaire. Dans les nids ou dans les agrégats de plusieurs individus, les besoins en nourriture sont nettement diminués. L'état de torpeur fait tomber les besoins en nourriture à la température du gel au-dessous de ce qu'ils sont à la température ordinaire.

J. G.

BARNETT (S. A.). — **Damage to wheat by enclosed populations of** *Rattus norvegicus* (Dégâts commis au blé par des populations enfermées de *Rattus norvegicus*). (*The Journal of Hygiene*, vol. 49, nº 1, 22-25, 1951.

Dans quatre chambres à l'épreuve du Rat, on a enfermé 10 Surmulots qui recevaient nourriture et eau. 6 semaines après, on a emmagasiné dans ces chambres une tonne de blé en sacs. La distribution d'aliments a été arrêtée. Au bout de 12, 20, 23 et 28 semaines les chambres ont été ouvertes l'une après l'autre, les Rats capturés et les dégâts constatés. La quantité de blé perdue a été de 4,4 % en moyenne ; 70,4 % du blé, répandus hors des sacs percés par les Rats et souillés par eux, ont dû être triés et nettoyés à nouveau. La perte d'argent représente 18,23 % de la valeur initiale, elle est surtout constituée par les dégâts commis à la sacherie et par la manipulation supplémentaire nécessitée par le nettoyage et le réensachage.

J. G.

LINDUSKA (J. P.). — **Ecology and land-use relationships of small mammals on a Michigan farm** (Ecologie des petits Mammifères et leur relation avec les cultures dans une ferme du Michigan). *Dept. of Conservation, Game Division*, 144 pages. *Lansing, Michigan*, 1950.

L'étude a porté sur une ferme expérimentale du Michigan couvrant 9.000 hectares. Après un résumé des données relatives au sol, au climat et à la faune, l'Auteur étudie dans une première partie les petits mammifères rencontrés dans les terres cultivées et dans une deuxième ceux habitant les parties boisées. Ce sont bien entendu les Rongeurs qui constituent le principal objet des recherches. Ont été étudiées : la répartition des espèces avec les cultures ou les essences, l'importance des populations de chaque espèce suivant les années, les cultures, les pratiques culturales, etc...

Il nous paraît difficile de résumer ici tout ce que contient cette publication que nous considérons comme particulièrement importante en raison non seulement de l'ampleur du sujet abordé et des données acquises mais surtout parce que les travaux de recherches qu'elle résume sont à notre connaissance les premiers qui aient comporté une large application au milieu agricole des méthodes qui ont été peu à peu mises au point dans les vingt dernières années pour l'étude en nature des Rongeurs.

J. G.

MARSHALL (W. H.). — **An age determination method for the pine marten** (Une méthode pour la détermination de l'âge de la marte des pins). *Journal of Wildlife Management*, vol. 15, nº 3, 276-283, 1951.

Ayant étudié plus de 100 *Martes Caurina caurina* et procédé à l'examen de différents caractères, l'auteur pense que la crête sagittale de la tête osseuse permet de dire si les individus sont adultes ou non et qu'une plus grande précision pourrait être atteinte par l'examen des os péniens ou des ovaires.

J. G.

SWIZENBERG (D. F.). — **Examination of a state fox county** (Considérations sur un système de primes d'État pour la capture de renards). *Journal of Wildlife management*, vol. 15, nº 3, 288-299, 1951.

Un système de primes à la destruction de Renards a été instauré en 1947 dans le Michigan. L'auteur en analyse les effets. Il s'en est suivi une augmentation apparente de 26 % dans les captures au piège ; on a constaté en 1948-49 une élévation des populations d'animaux gibier mais elle semble explicable par d'autres facteurs. Les sommes dépensées pour payer les primes sont tout à fait disproportionnées aux résultats obtenus.

J. G.

THOMPSON (H. V.) et ARMOUR (C. J.). — **Control of the european rabbit** (*Oryctolagus c. cuniculus L.*). **An experiment to compare efficiency of gin trapping, ferreting and cyanide gassing.** (La lutte contre le Lapin de garenne. Efficacité comparée du piégeage au terrier, du furetage et du cyanure de calcium). *The annals of applied Biology*, vol. 38, nº 2, 464-474, 1951.

Deux parcelles de terrain couvertes de bruyères et d'herbes et mesurant respectivement 32 et 48 hectares ont été entourées d'un grillage à l'épreuve du Lapin. Dans la première parcelle on a procédé au piégeage au terrier puis à l'insufflation de cyanure de calcium en poudre dans les terriers. La deuxième parcelle a d'abord été furetée puis on a déposé dans les terriers du cyanure de calcium.

En début d'opération, le piégeage donne plus de captures que le furetage mais ce dernier assure des résultats plus réguliers. Le traitement des terriers au cyanure de calcium n'a d'efficacité que si préalablement, on a fait rentrer les Lapins au terrier à l'aide de chiens et de coups de fusil. Le piégeage fournit un nombre égal de mâles et de femelles ; le furetage donne plus de femelles que de mâles ; le cyanure de calcium, après furetage, plus de mâles que de femelles. Les lapins vivant à la surface du sol sont surtout des mâles.

J. G.

BARNETT (S. A.), BATHARD (A. H.) et SPENCER (M. M.). — **Rat populations and control in two english village** (Les populations de rats et la dératisation dans deux villages anglais). *The annals of applied Biology*, vol. 38, nº 2, 444-463, 1951.

Deux villages du Devonshire comptant 266 et 364 habitants ont été choisis pour être le siège d'expériences de dératisation. L'activité agricole de ces villages comprend de la polyculture et des petits élevages (volaille et cochon). Au printemps 1947, au printemps 1950, il a été régulièrement fait tous les 6 mois un recensement des populations de Rats (surmulots) habitant ces villages. Les méthodes de recensement employées concurremment furent le « test baiting » où l'on dénombre les postes d'appâtage visités et le « census baiting » où l'on mesure chaque jour la consommation des appâts offerts en quantité excédant les besoins. La deuxième méthode s'est révélée supérieure à la première pour rendre compte de l'évolution

des populations. Des traitements raticides aux appâts empoisonnés ont été exécutés dans ces villages. Les appâts utilisés furent le pain grillé et trempé, le blé sec, l'orge ou le blé trempés, la farine sucrée à 10 %. Les toxiques employés furent le Phosphure de Zinc à la dose de 2,5 ou 3 %, l'anhydride arsénieux (15 %) et l'Antu (2 %). Les traitements étaient effectués par série de 2 ou 3 empoisonnements successifs séparés par une courte période de recensement. Dans une même série de traitements, on changeait souvent l'appât et le poison entre deux traitements consécutifs. On n'a pas réussi à faire disparaître complètement les Rats et les réductions les plus marquées de population que l'on ait obtenues, l'ont été après des séries de 2 ou 3 traitements consécutifs. Après de tels traitements la population de rats met de 1 an à 2 ans pour retrouver son niveau initial.

Dans ces villages, les Rats étaient répartis en petites colonies établies principalement dans les fermes et les élevages de volailles. La création d'une nouvelle source de nourriture possible comme par exemple la création d'un poulailler, était toujours suivie de l'établissement d'une nouvelle colonie à proximité de ce point. D'autres animaux visitaient les postes d'appâtage : *Mus musculus, Apodemus sylvaticus, Microtus agrestis, Clethrionomys glareolus,* et *Sorex araneus*. Lorsque la population de Rats diminue, la fréquentation des postes d'appâtage par les Souris est plus grande mais il ne semble pas que leur nombre augmente corrélativement.

J. G.

REIFF (L.) et WIESMAN (R.). — **Untersuchungen über ein neues Rodentizid mit kumulativer Wirkung auf Basis der Cumarin-Derivate** (Recherches sur un nouveau rodenticide d'accumulation à base d'un dérivé de la coumarine). *Acta tropica*, 8, nº 2, 97-130, 1951.

L'Auteur a étudié un anti-coagulant dénommé G 23-133 qui est la 3(α p-chlorophényl-β-acétyléthyl) 4 hydroxycoumarine en vue de son utilisation comme poudre-poison. Il montre que ce produit très bien accepté, ne développant pas de l'accoutumance, provoquant une mort non violente, correspond bien à ce qu'on est en droit d'exiger d'un bon toxique à épandre sur le passage des rats. Par ingestion chronique, le produit est encore actif à la dose de 0,002 %. A la dose de 0,25 à 0,5 pour mille la mort survient dans les 6 à 7 jours. Employé comme poudre-poison, il est encore actif à la concentration de 0,1 % mais il convient de l'utiliser à 1 %.

Les résultats obtenus sur Surmulot sont tout à fait comparables à ceux obtenus sur Rat blanc. La DL 50 en ingestion aiguë est supérieure à 900 mg par kg mais en ingestion chronique durant 2 à 3 semaines, elle est de 0,1 à 1 mg par kg et par jour. La mort résulte d'une hypothrombinémie provoquant des ruptures de vaisseaux capillaires et des hémorragies internes.

J. G.

PRZYGODDA (W.). — **Feldmausbekämpfung und Vogelwelt** (La lutte contre les petits Rongeurs et sa répercussion sur les Oiseaux) *Die Vogelwelt*, 72e A., nº 4, 106-111, 1951.

De très importants traitements contre les petits Rongeurs des champs ont été effectués en Allemagne durant l'automne 1949. Ils l'ont été principalement avec des grains au Phosphure de zinc et pour une moindre part avec des grains Castrix (un dérivé de la pyrimidine). Quelques accidents sur volaille et sur animaux sauvages ont été observés. L'Auteur fait une synthèse bibliographique de la question. Il en ressort que les grains au Thallium sont les plus dangereux et que ceux au Phosphure de Zinc et au dérivé de la pyrimidine le sont moins, notamment parce que les empoisonnements secondaires par consommation de rongeurs empoisonnés sont presque impossibles en raison de la décomposition du poison dans l'organisme. Pour terminer, l'Auteur étudie l'opinion controversée émise par ELTON que les traitements généralisés contre les petits Rongeurs accentueraient le phènomène de leur pullulation périodique. En l'état actuel de nos connaissances sur ce point, la lutte contre les prédateurs reste encore une nécessité.

J. G.

BELLACK (E.) et DE WITT (J. B.). — **Rodent-Repellent Studies. I. Method for the evaluation of chemical repellents** (Études des répulsifs à rongeurs. I. Méthode pour l'évaluation de l'activité des répulsifs chimiques). *Journal of the American Pharmaceutical Association*, vol. 38, nº 2, 109-112, 1949.

L'Auteur donne un protocole pour l'essai en laboratoire des répulsifs chimiques. Chaque rat reçoit 20 gr de nourriture contenant 2 % de répulsif. L'expérience dure 4 jours. Une formule est donnée permettant de calculer à partir des consommations de chaque jour, un indice qui permet de donner une valeur chiffrée au pouvoir répulsif des produits essayés.

J. G.

KIUIJVER (H. N.). — **The Population Ecology of the Great Tit**, *Parus m. major* L. (Ecologie des populations de Mésanges charbonnières). *Ardea*, 39 A., nº 1-3, 1-135, 1951.

Sommaire. — Depuis 1912, les populations de Mésange charbonnière ont été l'objet d'études dans le Oranje Nassau's Oord (O. N. O) non loin de Wageningen. Des nichoirs artificiels furent posés dans une forêt de 129 hectares et inspectés chaque semaine durant la période de reproduction. Depuis 1936, les Mésanges charbonnières se reproduisant et se juchant dans ces nichoirs artificiels furent attrapées et baguées. Les observations faites ont été comparées avec celles obtenues dans d'autres localités.

§ 1 : Le piégeage au dortoir des Mésanges charbonnières durant les nuits d'hiver ainsi que les observations faites aux emplacements de nourrissage hivernal suggère un excédent de mâles par rapport aux femelles.

§ 2 : Lorsqu'une deuxième ponte est effectuée, le couple reste uni et on n'observe pas de changement de mâle si ce dernier se montre toujours attentif. Des changements de mâle d'une année à l'autre sont plus fréquents bien que la continuité de l'union du couple soit la règle. Deux cas d'accouplement entre frère et sœur ont été observés. Après avoir quitté le nid, les jeunes restent encore sous la dépendance de leurs parents durant 6 à 22 jours.

§ 3 : Beaucoup de jeunes s'établissent au voisinage de leur lieu de naissance à une distance beaucoup plus fréquemment comprise entre 200 et 1.000 qu'entre 1.000 et 2.000 m. D'autres, peut-être en grande proportion, s'en vont plus loin. On estime que 36 % des jeunes nés à O. N. O. sur une surface de 129 hectares sont restés sur place toute leur vie.

§ 4 : Bien des jeunes fixent leur résidence entre septembre et décembre dès la première année. Des manifestations de menaces sont souvent observées aux frontières du territoire en automne comme au printemps.

§§ 5-6 : Le domicile de chaque individu c'est-à-dire la surface sur laquelle il se reproduit et dort, couvre 3 à 4 hectares. Les domiciles d'individus voisins se recoupent. L'espace individuel c'est-à-dire la surface à l'intérieur de laquelle chaque individu se déplace soit seul soit avec ses jeunes, soit en hiver, avec la bande à laquelle il appartient couvre habituellement 30 à 35 hectares en O. N. O. mais il est souvent plus vaste durant les hivers rigoureux.

§ 7 : Chaque automne, on observe en Hollande une migration plus ou moins importante des Mésanges charbonnières. Certains hivers, beaucoup d'entre elles arrivent d'ailleurs et hivernent là. De la même façon des jeunes nés en Hollande migrent en Belgique ou dans le Nord de la France. Une certaine proportion (faible ?) d'oiseaux âgés participent aussi à ces mouvements d'automne. Ceci est sans doute plus fréquent chez les oiseaux qui habitent des régions peu favorables. Quelques-uns de ces individus migrateurs se fixent de façon permanente dans leurs nouveaux quartiers.

§§ 8-9 : L'abondance des emplacements de nids et la nature de la végétation sont des facteurs importants qui déterminent la densité de la population. Les mésanges charbonnières préfèrent les forêts d'essences à feuilles caduques à celles de conifères. L'attachement au domicile d'origine est en bien des cas plus puissant que la recherche d'un habitat plus favorable.

§§ 10-12 : Les différences individuelles semblent un facteur plus important pour la détermination de la ponte que les différences de milieu entre les domiciles. Le nourrissage hivernal n'avance que très faiblement la date de ponte.

§§ 13-14 : Deux facteurs déterminent la période de reproduction au printemps : la durée du jour (qui est un facteur constant d'une année à l'autre) et la somme des températures. La somme critique de température est 320°C environ. L'influence des facteurs climatiques sur la période de reproduction est probablement directe. Dans les conditions naturelles, les disponibilités en nourriture n'ont pas d'influence importante sur la date de la ponte car elles sont normalement suffisantes en avril. A l'action à long terme de la somme des températures, s'ajoute l'action importante et immédiate de la température de l'air pour le déclenchement des pontes. Une hausse de température en avril coïncide souvent avec une augmentation du nombre des pontes dans les 4 jours qui suivent.

§§ 15-17 : Un certain nombre de couples, en proportion variable, ont une deuxième couvée. Une troisième couvée est très rare. La proportion d'individus effectuant une deuxième couvée est plus élevée chez les vieilles femelles que chez celles d'un an. On n'a pas trouvé de corrélation entre la fréquence des deuxièmes couvées et les conditions météorologiques en mai et juin.

§ 18 : La proportion des deuxièmes couvées est plus élevée dans les bois de conifères que dans les bois à feuilles caduques ou dans les bois à peuplement mixte ; ce fait n'est pas simplement dû à la différence d'habitat mais aussi à la plus faible densité de population dans les conifères. En plusieurs endroits, le pourcentage des secondes couvées de chaque année apparaît être en corrélation inverse avec la densité de population. Dans les années où les pre-

mières couvées ont été tardives, les secondes couvées sont un peu moins nombreuses que les autres années.

§§ 19-21 : L'importance des pontes varie de 1 à 16 œufs. La moyenne à O. N. O. baisse progressivement de 10,3 durant la première moitié d'avril à 6,0 en juillet. Quelques individus ont constamment des pontes plus importantes que les autres. Beaucoup de femelles effectuent la deuxième et la troisième année des pontes plus importantes que la première année.

§§ 22-23 : Les différences annuelles locales dans l'importance des pontes qui sont apparues, semblent dues à des différences dans la densité de population.

§ 24 : Il existe une corrélation inverse entre la densité de population et la fécondité. Probablement ceci est dû non à une concurrence dans la recherche de la nourriture mais aux effets d'un trouble accru consécutif aux combats ou de leurs simulacres résultant eux-mêmes d'une intolérance réciproque entre les couples.

§§ 25-28 : Sur les 2.022 pontes observées à O. N. O., 8,4 % furent abandonnées ou perturbées avant la fin de la ponte et 17,9 % le furent durant l'incubation et la période des jeunes. Les faibles températures et les chutes de pluie causent beaucoup de pertes durant la période des nids. Le nombre de survivants semble indépendant de l'importance de la couvée. La réussite de la nidification serait meilleure dans les bois à feuilles caduques ou à peuplement mixte que dans les bois à conifères. L'influence de la densité de population sur le nombre des survivants n'apparaît pas clairement.

§ 29 : Le taux moyen de la reproduction à O. N. O. varie de 3,9 à 14,1 jeunes par couples. Il dépend de la densité de population puisque la fécondité en dépend aussi.

§§ 30-31 : Les jeunes nés à la fin de la saison de reproduction semblent avoir une tendance plus marquée à migrer que ceux nés en début de saison que l'on rencontre en plus forte proportion au voisinage du lieu de naissance lors des périodes ultérieures de reproduction.

§§ 32-33 : On estime que le taux de mortalité est de 86,8 % la première année et de 49 % par an chez les individus plus âgés. Le taux reste constant après la première année. L'âge maximum est au moins de 9 ans. La diminution du nombre des animaux bagués est plus forte dans les bois de conifères que dans les peuplements mixtes. Mis à part une possible différence de mortalité, ceci pourrait être dû à des changements de domiciles à plus longue distance dans les bois de conifères que dans les bois à peuplement mixte. Des vieux résidents présents en décembre, il meurt environ les 25 % avant le mois de mai suivant. Des individus présents au mois de mai, 32 % environ meurent avant le mois de décembre.

§ 34 : Les fluctuations annuelles de la population de reproducteurs en différents lieux sont parfois synchrones et résultent de l'action favorable ou défavorable des facteurs climatiques. Beaucoup des autres fluctuations, parfois aussi importantes que les premières, ne se produisent pas simultanément dans les différentes localités.

§ 35 : Les fluctuations annuelles des populations de Mésanges charbonnières ne sont pas en corrélation étroite avec celles des Mésanges bleues, noires et huppées. Les facteurs généraux comme la rigueur des hivers, ont un effet similaire sur toutes les espèces mais il ne semble pas qu'il y ait des facteurs prédominants réglant la dynamique des populations.

§ 36 : En un endroit la population de Mésanges charbonnières en reproduction varie considérablement d'une année à l'autre. La population des reproducteurs comprend de vieux sédentaires, des jeunes d'un an autochtones et des immigrants. Ces composants varient indépendamment les uns des autres. Le nombre de vieux sédentaires représente chaque année les 50 % environ de la population des reproducteurs de l'année précédente. Le nombre des jeunes d'un an qui plus tard s'établiront au voisinage de leur lieu de naissance est en corrélation positive avec le taux de reproduction durant les années de faible reproduction mais non dans celles à forte reproduction, de même que la proportion des jeunes d'un an qui émigrent ou meurent augmente avec les hausses de la densité de population. Le nombre des immigrants (c'est-à-dire des jeunes d'un an nés ailleurs qu'à l'endroit où ils sont arrivés et se sont établis entre octobre et mars) semble nettement indépendant de la densité de population dans le lieu où ils s'établissent. L'ensemble de l'émigration et de l'immigration a chaque année une influence marquée sur la densité de population. L'influence néfaste de la rigueur de l'hiver est moins nette qu'on ne le supposerait. Elle semble particulièrement forte lorsque la densité de population est élevée au début de l'hiver. Plusieurs facteurs, tels qu'une forte population de reproducteurs et un fort taux de reproduction au début de l'été, une immigration intense et une faible émigration à l'automne ou bien un hiver doux, peuvent parfois coïncider et provoquer une très forte population de reproducteurs, puisque si tous ces facteurs agissent en sens contraire, il en résulte une population extrêmement basse.

Une forte population de reproducteurs est souvent observée après une faible l'année précédente, parce que lorsque la population de reproducteurs est faible, le taux de reproduction tend à être élevé et l'émigration faible. Il en résulte que la courbe de population d'une année à l'autre tend à être en dent de scie, un maximum étant suivi d'un minimum.

J. G.

KIUIJVER (H. N.). — **Daily routines of the Great Tit**, *Parus m. major* L. (Habitudes journalières de la Mésange charbonnière). *Ardea*, 38e A., nº 3-4, 99-135, 1950.

L'Auteur précise par rapport au lever et au coucher du soleil, le commencement et la fin de l'activité du mâle et de la femelle durant la période de reproduction et durant le reste de l'année. Durant la période de la ponte et de l'incubation, la femelle est seule à occuper le nid. Les temps moyens d'occupation et les intervalles entre occupations sont donnés. Le mâle nourrit la femelle durant l'incubation et la fréquence de ce nourrissage est peu élevée. La cadence du nourrissage des jeunes croît au fur et à mesure qu'ils grandissent. Une première couvée de 10 jeunes comporte au total 10. 685 nourrissages et une deuxième couvée de 7 jeunes, 4. 042. L'activité des parents pour l'alimentation des jeunes est plus grande le matin que l'après-midi.

J. G.

COLQUHOUN (M. K.). — **The wood pigeon in Britain** (Le Pigeon ramier en Grande-Bretagne). *Agricultural research Council report*, séries nº 10, 69 pages, London, 1951.

C'est une étude très complète et très précise d'une espèce considérée comme nuisible à l'Agriculture. C'est tout d'abord la biologie de la reproduction et celle du développement qui sont étudiées. Puis un important chapitre est consacré à l'étude du régime alimentaire qui a été faite non seulement par l'analyse du contenu stomacal d'individus capturés en différents lieux et époques, mais aussi par l'observation de la nature des champs dans lesquels les Ramiers vont se nourrir. Le dernier chapitre est consacré au problème des populations de Ramier. Il ne semble pas notamment que la Grande-Bretagne reçoive des migrateurs étrangers en hiver mais l'Angleterre reçoit des vols importants venus d'Ecosse.

J. G.

ALCORN (J. R.) and RICHARDSON (F.). — **The chukar partridge in Nevada** (La Perdrix chukar dans le Nevada). *Journal of Wildlife Management*, vol. 15, nº 13, 265-275, 1951.

La Perdrix chukar, une sous-espèce himalayenne de la Bartavelle, a été introduite au Nevada avec un succès tel que son établissement semble solide et que sa chasse, strictement réglementée il est vrai, a été autorisée depuis 1948. Depuis 1933, on a lâché de 5 à 10.000 chukars d'élevage mais actuellement on peut envisager pour la transplantation, la reprise d'individus sauvages. Oiseau des régions semi-arides, c'est dans les parties montagneuses qu'il est le plus solidement installé. L'examen de 41 gésiers d'oiseaux capturés à la fin de l'été et au début de l'automne, montre que la nourriture du Chukar est principalement composée de graines de plantes sauvages (*Bromus tectorum*, *Erodium cicutarium*, *Pinus monophylla*, etc...), mais les insectes entrent pour une part importante dans le régime des jeunes. En été, les chukars se rassemblent autour des points d'eau. En hiver, ils descendent des régions enneigées vers celles où il y a de la nourriture.

J. G.

ROBY (E. F.). — **A two year study of pheasant stocking in the Gallatin Valley, Montana** (Une étude de 2 ans sur le repeuplement en Faisan de la Vallée de Gallatin dans le Montana). *Journal of Wildlife Management*, vol. 15, nº 3, 299-307, 1951.

En 1949, 491 faisans d'élevage ont été lâchés en 3 points de la Vallée de Gallatine par lâcher soit progressif soit direct. Le taux de survie des faisans semble le même quel que soit le mode de lâcher. Avec le lâcher progressif, la dispersion des individus est moindre. 14,4 % des coqs ont été repris ou tués mais les faisans lâchés ne représentaient en 1949 que 4,3 % de tous ceux qui furent piégés ou tués.

J. G.

HOESTLANDT (H.). — **Toxicité comparée d'insecticides de contact sur un Crustacé d'eau douce** (*Eriocheir sinensis*) **et sur poissons** (*Gardonus rutilus* et *Scardinius erythrophtalmus*). *Travaux de l'Association internationale de Limnologie théorique et appliquée*, vol. XI, 131-136, 1951.

Les poissons étudiés se sont montrés nettement plus sensibles que le Crabe chinois au D. D. T. et aux pyréthrines en émulsion. Poissons et crabes sont de sensibilité comparable lorsqu'il s'agit d'H. C. H. et de D. D. T. en poudre ou fins cristaux. Leur sensibilité est d'ailleurs nettement moindre que dans le premier cas.

J. G.

PHYTOPHARMACIE

Mac Callan (S. E. A.). — **The nature of fungicidal action of copper and sulfur** (Nature de l'action fongicide du cuivre et du soufre). *Bot. review.*, 15, 629-463, 1949.

C'est une intéressante mise au point de ces questions.

Cuivre. — D'après les résultats définitivement acquis, l'action fongicide du cuivre, peut être expliquée ainsi : les exsudats des spores, composés notamment d'hydroxyacides et d'aminoacides, réagissent avec les sels de cuivre dits insolubles, pour former des complexes solubles fongitoxiqués. Ceux-ci exercent directement leur action léthale sur les champignons. Leur action est complétée par celle des sels de cuivre solubilisés par les agents atmosphériques et par les exsudats des plantes-hôtes. Ces deux facteurs sont ceux qui jouent le plus grand rôle dans la phytotoxicité. Enfin, il faut tenir compte d'un facteur supplémentaire, qu'il est d'ailleurs difficile de distinguer des autres : c'est l'accumulation du cuivre dans les tissus des agents pathogènes.

Soufre. — Les diverses théories sur le mécanisme d'action du soufre s'excluent mutuellement plus ou moins. Il semble évident qu'il doit s'agir d'une action à distance, au moyen de vapeurs, et que ces vapeurs de soufre régissent avec les spores et les tissus des plantes pour produire SH_2, qui serait le véritable agent fongicide. Le SH_2 produit par l'action de la plante-hôte n'est sans doute important que pour l'action phytocide. Les courbes « dose-efficacité » sont d'une très grande utilité, pour interpréter la nature des actions fongicides.

M. Rau.

Pal (R.). — **The wetting of insect cuticle** (Le mouillage de la cuticule des insectes). *Bull. entom. res.*, 41, 121-139, 1950.

Le pouvoir mouillant est étudié sur la cuticule des insectes au moyen d'une technique de mesure d'angles ; l'appareil donne par projection une image agrandie de ce qui se passe. Lorsque les gouttelettes de liquide sont assez grandes (5 mm de diamètre) les angles de contact sont un peu plus petits que l' « advancing contact angle » normal ; lorsqu'elles sont petites (0,1 à 0,5 mm.), il n'y a pas de différence.

Les tests biologiques ont porté sur 30 espèces d'insectes, de téguments et d'habitats très divers. La résistance au mouillage varie beaucoup suivant les espèces et suivant les parties du corps. En général les insectes sont facilement mouillés par les huiles, et difficilement par l'eau. Les insecticides à cuticule dure, tels que les *Tenebrio*, sont plus hydrophobes que les Blattides, à cuticule cireuse. Quelques espèces sont mouillables aussi bien par l'eau que par les huiles (larves de Mouches, de *Mamestra*, etc.). La pilosité joue un grand rôle, à côté de la nature chimique de la cuticule. La rugosité diminue l'angle de contact avec les liquides mouillants et l'augmente avec les autres.

Les substances chimiques utilisées dans les tests étaient : des hydrocarbures saturés ou non, des huiles minérales, des esters organiques, des solutions aqueuses et alcooliques. On a étudié aussi l'addition de substances tensioactives aux suspensions aqueuses. Les résultats obtenus indiquent que les agents les plus actifs à ce point de vue sont les molécules neutres non ionisées.

M. Rau.

David (W. A.) et Gardiner (B. O. C.). — **Factors influencing the action of dust insecticides** (Facteurs agissant sur l'action des poudres insecticides). *Bull. entom. res.*, 41, 1-61, 1950.

Des méthodes sont décrites pour étudier les rapports entre les propriétés physiques et l'action insecticide des poudres. Dans ce travail, toutes les précautions ont été prises pour assurer un dépôt uniforme de poudre sur les insectes. Les quantités déposées ont été évaluées soit par pesée des insectes, soit par addition de Soudan III à la poudre et mesure colorimétrique.

Les poudres non toxiques tuent les insectes en provoquant chez eux une perte d'eau. Pour une même humidité des produits, l'activité varie suivant leur nature. Ces poudres sont toutes inefficaces en atmosphère saturée ; leur action est d'autant plus rapide que l'humidité de l'air diminue. Elles agissent par abrasion de certaines parties de la cuticule des insectes, et leur rapidité d'action est fonction de l'étendue des surfaces abrasées. — Pour exercer cette action, une poudre doit être formée de particules très fines et anguleuses. Les substances qui ont un classement élevé dans l'échelle de Mohr sont en général plus actives que les substances tendres. Mais les substances dures sont tout à fait inactives, si leurs particules ne sont pas plus

petites que 10 μ environ. Il est probable que les grains plus gros n'atteignent pas les articulations où se produit l'abrasion : ce résultat est bien visible dans les essais avec le carborundum. Une poudre de verre dont les particules ont des arêtes vives est plus active que si elle est formée de sphères de même diamètre moyen.— L'aspect visuel ne donne pas de renseignements sur les quantités de poudre qui adhèrent à un insecte : la pesée donne souvent des résultats inverses. Pour une même poudre, l'adhérence est meilleure quand les particules sont plus fines ; ceci n'est pas toujours vrai quand on compare des substances différentes.

Les insectes ingèrent plus facilement des poudres fines que de plus grossières. Les particules ne se retrouvent dans les spiracles que si elles sont très fines. — Les poudres qui dessèchent les insectes le plus rapidement sont celles qui donnent les plus fortes mortalités. Quand un insecte meurt par dessiccation, il ne semble pas chercher à se procurer de l'eau par l'oxydation de ses réserves. Le classement de différentes poudres au point de vue de l'efficacité s'est montré le même pour 4 espèces d'insectes. Les poudres adhèrent mieux sur les insectes à revêtement rugueux, mais les poudres bien adhésives s'éliminent plus lentement des insectes lisses que des insectes rugueux.

L'efficacité du D. D. T. ajouté aux poudres desséchantes dépend du caractère abrasif de la poudre et de l'humidité ambiante. Le D. D. T. améliore les poudres, si l'humidité est forte ; à la concentration de 5 % et, par humidité faible, il augmente l'activité des matières non abrasives et diminue celle des matières abrasives. A un degré hygrométrique de 60, les poudres très abrasives sont plus léthales que le pp' D. D. T. pur. Les poudres abrasives constituent de bonnes charges pour le D. D. T. Les insectes velus résistent mieux au D. D. T. La quantité de matière que peuvent retenir des insectes agités sur un tamis est constante pour une poudre donnée. Le D. D. T. en présence de diverses charges, présente des adhésivités différentes, mais sa toxicité est sensiblement la même. Les poudres au D. D. T. préparées par l'intermédiaire d'un solvant sont beaucoup plus toxiques que les poudres obtenues par simple mélange. L'addition d'une huile à la charge du D. D. T. n'accroît pas l'activité de l'ensemble. L'huile n'augmente la quantité de poudre déposée que dans le cas des insectes lisses ; elle peut alors provoquer une plus grande efficacité.

Les insectes étudiés se sont montrés très résistants à la roténone. Ni le caractère abrasif de la charge, ni l'addition d'huile n'augmente l'action toxique des poudres roténonées.

M. RAU.

GUÉRIN (H.) et MARTIN (R.). — **Sur les arséniates d'aluminium**. *C. R. acad. sc.*, 230, 2025-2027, 1950.

L'étude du diagramme d'équilibre à 60° $As_2O_5O_3Al_2.OH_2$, a permis de caractériser deux composés définis : un arséniate acide $As_2O_5.O_3.Al_2.2OH_2$, — et l'orthoarséniate $As_2O_5.O_3Al_2.2OH_2$. Le premier s'hydrolyse facilement pour donner le second.

Sous l'action de la chaleur, l'arséniate acide se transforme à 450° en pyroarséniate $3As_2O_5.2O_3Al_2$. Celui-ci donne à son tour, à 600°, l'orthoarséniate. Enfin ce dernier forme à 700° le composé $2As_2O_5.3O_3Al_2$. — Ce composé, ainsi que l'arséniate acide, n'avaient jamais été décrits.

M. RAU.

LORD (K. A.). — **A color reaction applicable to the pyrethrins** (Réaction colorée applicable aux pyréthrines). *Nature*, vol. 165, p. 567, 1950.

Cette méthode de recherche des pyréthrines est basée sur une réaction entre les acides chrysanthémiques et l'hydroxylamine. Elle est qualitative, mais pourrait devenir quantitative, si on l'appliquait à des pyréthrines suffisamment purifiées.

M. RAU.

L. COUTIER. — **Détermination par voie chimique de la structure moléculaire des isomères de l'heptachlorocyclohexane.** *C. R. acad. sc.*, 232, 532-534, 1951.

L'auteur a identifié, dans l'heptachlorocyclohexane technique, 6 isomères désignés par les lettres α, β, γ, ε, ζ, η. Les trois derniers n'avaient jamais été décrits. On peut se représenter leur structure, en partant des isomères de l'hexachlorocyclohexane, auxquels on ajoute un atome de Cl.

M. RAU.

FULTON (R. A.), SMITH (F. F.), SUNG (P. H.), YEOMANS (A. H.) et ROGERS (E. E.). — **Particle size and toxicity of aerosols affected by HETP concentration** (Influence de la concentration en pyrophosphate de tétraéthyle sur la dimension des particules et la toxicité des aérosols). *Agric. chem.*, pp. 35-38 et 67, Janvier 1949.

Les aérosols au pyrophosphate de tétraéthyle sont obtenus par dissolution du produit dans le chlorure de méthyle. C'est à la concentration de 1 % qu'on obtient les plus petites particules, de diamètre inférieur à 10 μ. La grosseur des particules augmente avec la concentration ; si l'on chauffe l'aérosol, elle diminue, quelle que soit la concentration. Pour une pression déterminée, par exemple 10 kg par cm^2, les dimensions des particules sont les mêmes, que la pression soit obtenue par chauffage ou par action du gaz carbonique. La pression agit plus que la température pour réduire la taille des particules.

L'efficacité envers les Pucerons et les Tétranyques est plus grande quand les particules sont fines. Les dégâts ne se produisent sur les plantes (Tomates) qu'avec des aérosols de plus de 20 μ ; on recommande donc d'employer des aérosols dilués, qui sont les plus actifs et les moins phytocides. Les grosses particules peuvent être éliminées par chauffage ou par surpression au CO_2.

M. Rau.

Hyman et Cie. — **1949 entomological report Dieldrin (compound 497)** (Rapport entomologique de 1949 sur la dieldrine), 34 p. polyc., Denver, 1949.

La dieldrine est le produit technique qui contient au moins 85 % d'hexachloroépoxyoctahydrodiendométhylnaphtalène. Elle est formée de cristaux blanchâtres presque sans odeur, fondant à une température supérieure à 150°. La matière active pure fond à 172-175°. Les caractères de solubilité sont analogues à ceux du D. D. T. — La dieldrine est stable en présence des bases minérales ou organiques et des acidités qu'on peut rencontrer en chimie agricole ; elle réagit avec les acides forts. Elle est compatible avec la plupart des autres antiparasitaires. — L'analyse peut se faire par une méthode dérivée de celle de Swern, mais qui n'est pas assez sensible pour le dosage des résidus de traitement. Les spécialités commerciales sont : des poudres pour poudrage à 1 et 2,5 %, des poudres mouillables à 250 gr par litre, des liquides émulsionnables à 250 gr par litre.

Une liste d'insectes sensibles à la dieldrine est donnée ; les insectes du Cotonnier, des forêts et du sol y figurent. Sur la Mouche domestique la dieldrine est 40 fois plus toxique que le D. D. T. ; sur la Blatte, elle l'est 200 fois. On peut préparer des appâts contenant 0,3 gr de dieldrine pour 100 gr de son et 100 cm^3 d'eau. La phytotoxicité a été étudiée : le haricot et le chou-fleur sont parmi les plantes sensibles.

M. Rau.

Hyman et Cie. — **1949 entomological report on aldrin** (Rapport entomologique de 1949 sur l'aldrine), 42 p. polyc., Denver, 1950.

L'aldrine est un produit chimique contenant au moins 95 % d'hexachlorodiendométhylhexahydronaphtalène. Elle se présente sous forme de cristaux blancs qui fondent à une température supérieure à 90°. Ses meilleurs solvants sont le benzène, le toluène, le xylène et l'acétone. Elle est notablement volatile et sa persistance est un peu inférieure à celle du chlordane : elle disparaît en 14 jours des plantes traitées. Une méthode de dosage qui permet de titrer jusqu'à 20 γ d'aldrine a été indiquée par Danish et Lidov.

L'aldrine n'est pas hydrolysable en milieu alcalin ; elle est suffisamment stable dans les laits de chaux, les bouillies sulfocalciques et bordelaise. Elle est compatible avec la plupart des autres antiparasitaires, mais pas toujours avec leurs émulsions. Les principales spécialités commerciales sont : des poudres pour poudrage à 2,5 %, des poudres mouillables à 2,5 %, — des liquides émulsionnables à 250 gr par litre.

Les insectes envers lesquels l'aldrine est spécialement efficace sont : les Fourmis, les Taupins, les Charançons des grains, et des prunes, les Criquets, les insectes du Cotonnier, la Mouche domestique et les Moustiques. L'aldrine agit contre les Mouches plus rapidement que le chlordane, après application sur les murs, ses vapeurs tuent 100 % des Mouches en 24 heures. Il est possible qu'il existe un synergisme léger avec le D. D. T. et le chlordane. — La possibilité de phytotoxicité a été étudiée sur de nombreuses plantes.

M. Rau.

Rauch (W.). **Ueber die Alterung und Lichtempfindlichkeit einiger neuer Kontaktinsezticide** (Sur le vieillissement et la sensibilité à la lumière de quelques nouveaux insecticides de contact). *Nachr. der d. Pflanzens.*, 2, 56-58, 1950.

Des essais de vieillissement ont porté sur plusieurs insecticides de contact appartenant aux groupes des hydrocarbures chlorés et des esters phosphoriques. La durée d'activité diminue et la sensibilité à la lumière augmente quand on passe du D. D. T. à l'H. C. H. et au S. N. P.

M. Rau.

KRIJGSMAN (B. J.), DRESDEN (D.) et BERGER (Nelly E.). — **The action of rotenone and tetraethyl pyrophosphate on the isolated heart of the cockroach** (Action de la roténone et du pyrophosphate de tétraéthyle sur le cœur isolé de Blatte). *Bull. entom. res.*, 41, 141-151, 1950.

Une méthode dérivée de celle de YEAGER permet d'étudier pendant plusieurs heures l'action des poisons sur le cœur isolé de *Periplaneta americana*. La roténone provoque des contractions diastoliques, une diminution de fréquence des battements et l'arrêt du cœur en diastole à des concentrations aussi faibles que 0,005 mgr par litre. Il se produit probablement une inhibition du centre automatique du cœur. La période de latence dépend de la concentration : on peut en tirer une méthode biologique pour le dosage des poudres de derris.

Le pyrophosphate de tétraéthyle augmente fortement la fréquence et l'amplitude des battements du cœur. Il n'y a pas de période de latence. Le seuil d'action correspond à une concentration de 0,08 mgr par litre. On pense que le pyrophosphate active l'automatisme du cœur par sa forte action anticholestérinase.

M. RAU.

TURNER (N.) et WOODRUFF (N.). — **Toxicity of D. D. T. residues : Effect of time of exposure of insects, coverage and tenacity** (Toxicité des résidus de D. D. T. : effet de la durée du contact avec les insectes, de la dispersion et de la ténacité) ; *Conn. agr. exp. st.*, B. 524, 35 p., New-Haven, 1948.

On a tout d'abord examiné sur la Mouche domestique quelques points particuliers : action de la lumière sur les dépôts de D. D. T., résistance au lavage, uniformité des dépôts. L'étude principale a donné lieu aux conclusions suivantes :

Pour une quantité donnée de D. D. T. appliquée dans une enceinte. les mortalités de Mouches sont d'autant plus fortes que le produit est concentré sur une plus petite surface. L'action de la durée de contact entre les Mouches et l'insecticide semble obéir à une loi logarithmique. Le graphique « dose-efficacité » donne une droite de plus grande pente pour les fortes concentrations que pour les basses ; ceci est dû à l'action répulsive du D. D. T.

Les charges ajoutées aux suspensions aqueuses font varier l'importance des dépôts de D. D. T. La pyrophillite et la terre à foulon correspondent à des dépôts importants, mais à une ténacité faible ; certaines terres à diatomées donnent une ténacité maximum : celle-ci augmente en même temps que la valeur absolue du dépôt. Ces diverses charges ne facilitent pas le lavage du D. D. T. par l'eau. L'efficacité varie très peu avec charges ; elle n'est pas affectée par l'addition de substances mouillantes, ni par le mélange avec la bouillie bordelaise ou l'oxyde cuivreux. — Les poudres mouillables ne sont pas sensiblement plus tenaces, lorsqu'elles sont préparées par imprégnation.

M. RAU.

SHAW (H.), STEER (W.) et DAVIES (R. G.). — **Laboratory studies on the toxicity of hydrocarbon oils and similar substances to the eggs of some common orchard pests, III : Experiments on the eggs of the green apple aphis** (*Aphis pomi* De G.) (Études de laboratoire sur la toxicité d'huiles hydrocarburées et de substances analogues envers les œufs de quelques ravageurs communs des vergers, III : Expériences sur le Puceron vert du Pommier, *Aphis pomi* De G.). *J. hort. sc.*, 25, 190-212, 1950.

Les essais ont porté sur une série d'huiles de pétrole et de goudron, variant par leurs caractères physiques et chimiques. L'action ovicide est déterminée surtout par la présence de susbstances aromatiques, tandis que les fonctions naphténiques et paraffiniques ont une faible activité. La toxicité n'est en corrélation avec aucune autre propriété simple des huiles ; cependant le courbe de distillation et la solubilité dans le sulfate de diméthyle, prises ensemble, ont un certain rapport avec l'action biologique. Cette corrélation est loin d'être rigoureuse : les fractions aromatiques d'huile distillant au-dessus de 250° ont, suivant les produits, de notables différences de toxicité.

Les phénols et les bases séparées à basse température d'un distillat de goudron sont plus toxiques que la fraction neutre restant, mais il y a quelque évidence d'un antagonisme, existant entre les hydrocarbures neutres d'une part, les bases et les phénols d'autre part. La sensibilité des œufs de Puceron à une huile de goudron de haute carbonisation augmente quand on s'avance dans la saison.

M. RAU.

KNIPPLING (E. F.). — **D. D. T. and related insecticides in milk** (Le passage dans le lait du D. D. T. et autres insecticides chlorés). *J. Milk and Food Techn.*, 13, pp. 283-287, 1950.

C'est une synthèse de nos connaissances sur le sujet effectuée d'après les travaux les plus récents. Le passage d'insecticides chlorés dans le lait a été démontré dans 3 cas : 1° après

consommation par les vaches laitières d'aliments contenant les résidus de traitements insecticides ; 2° après exécution de traitements antiparasitaires effectués sur la vache laitière elle-même ; 3° après exécution de traitements effectués contre les mouches dans les étables.

Le D. D. T. est l'insecticide le mieux connu à ce sujet. Les 3 cas de contamination du lait ont été prouvés. L'étude du 1er cas, a montré l'influence de multiples facteurs (nature de l'insecticide et du fourrage, dose d'utilisation, délai entre traitement et consommation etc...) sur la quantité de D. D. T. retrouvée dans le lait. Le passage du D. D. T. au travers de la peau d'animaux traités contre leurs parasites est possible surtout lorsqu'on utilise des solutions huileuses ; avec les suspensions ou les émulsions (en présence de xylène ou autre solvant analogue) le passage à travers la peau est trop faible pour qu'on retrouve du D. D. T. dans le lait. Dans le cas de traitements anti-mouches, le D. D. T. que l'on trouve dans le lait provient en grande partie de l'ingestion directe de D. D. T. avec les aliments ou l'eau souillée lors du traitement ou du léchage des surfaces traitées. La prise de précautions élémentaires peut diminuer grandement cette source de contamination.

Le Metoxychlor apparaît être le moins toxique des insecticides chlorés. Peu de données encore sur son passage dans le lait car ce n'est que depuis peu qu'on possède une méthode spécifique de dosage de ce corps.

Le Lindane (à 99 % d'isomère gamma de l'HCH) n'apparaît qu'en faible quantité dans le lait après les traitements anti-mouches et ces traces disparaissent rapidement.

Le TDE (= DDD) passe au travers de la peau et dans le lait mais en quantités moindres que le D. D. T. en général.

L'absence de méthode d'analyse spécifique pour le Toxaphène et le Chlordane fait qu'on a peu de données précises. Néanmoins, le dosage du chlore organique dans le lait a permis de prouver le passage de ces produits dans le lait après ingestion d'aliments contaminés et après exécution de traitements antiparasitaires.

Se basant sur la toxicité de ces différents corps à l'égard de l'homme et sur leur plus ou moins facile passage dans le lait, l'auteur conclut que parmi les insecticides chlorés on doit chaque fois que possible donner la préférence au metoxychlore pour le traitement des plantes fourragères et au lindane pour les traitements antiparasitaires.

J. G.

Frey (W.). — **Ueber die Prüfung der geschmackbeeinträchtigenden Wirkung von Hexa-Präparaten an Obst und Gemüse** (L'expertise du mauvais goût donné aux fruits et aux légumes par les spécialités à base d'H. C. H.). *Nachr. der d. Pflanzens.*, 2, 81-84, 1950.

Le problème posé est la comparaison des spécialités à base d'H. C. H. au moyen de plantes-tests. Les traitements sont faits en plein champ, avec beaucoup de soin, de manière à atteindre toutes les parties des plantes. On tient compte des conditions climatiques. La qualité des récoltes est évaluée au moyen de dégustations auxquelles prennent part de nombreuses personnes, afin d'éliminer les erreurs individuelles. Des aliments de référence non traités sont dégustés en même temps. Pour ôter le goût d'H. C. H., on recommande de mâcher du pain. Ne pas utiliser pour les dégustations les personnes peu sensibles à l'odeur de l'H. C. H. Les réponses de chaque dégustateur sont données sous forme d'une note de 0 à 4, suivant que le goût d'H. C. H. est nul ou plus ou moins accentué.

Les plantes recommandées pour ces essais sont : la fraise, surtout sensible à l'H. C. H., quand elle est traitée mûre, — les salades, traitées de bonne heure, — le pois, traité de bonne heure et récolté tôt. Les gros fruits aqueux sont moins sensibles. Le radis a un goût propre qui peut neutraliser celui du produit.

M. Rau.

Goffart (H.). — **Ueber die nematozide Wirkung neuer Bodensinfektionnittel** (Sur l'action nématocide de nouveaux produits pour la désinfection des sols). *Nachr. der d. Pflanzens.*, 2, 105-107, 1950.

Trois produits sont passés en revue : le D. D., le dibrométhane et le bromure de méthyle. Le D. D., mélange qui contient principalement du 1,3 dichloropropène et du 1,2 pichloropropane, est bon marché, mais toxique respiratoire et vésicant. Le 1,2 dibrométhane s'emploie sous forme de solutions qui en contiennent de 5 à 20 %. Le bromure de méthyle est dissous à 10 ou 15 % dans le chlorure d'éthyle, le chlorure de propyle ou un mélange de chlorure d'éthyle et de CCl_4.

L'auteur donne un résumé des travaux américains sur ces questions, puis indique des résultats qu'il a obtenus : avec le D. D., l'action sur les Nématodes est variable ; elle peut atteindre 80 %, mais elle diminue lorsque le sol est riche en matières organiques. Dans ce cas, les gaz diffusent mal dans le sol.

M. Rau.

DAVIS (G. E.) et SMITH (O.). — **Toxicity of 2.4. D, in respect to the carbohydrate level of Red Kidney bean seedlings** (Toxicité du 2.4. D. relativement à la teneur en hydrates de carbone des jeunes plantes de Haricot « Red Kidney »). *Cornell univ. agr. exp. st.*, Mem. 293, 20 p., Ithaca, 1950.

Des expériences montrant que le 2.4 D. est un poison du protoplasme ; il détruit l'hémiperméabilité des cellules, ce qui entraîne la perte du suc cellulaire. Les plantes, maintenues à l'obscurité pendant 36 heures et privées de matières nutritives deviennent résistantes au 2.4. D. : ceci est dû à un manque d'absorption et de circulation du poison. Mais si le 2.4. D. est additionné de saccharose ou appliqué sur la plaie d'un pétiole coupé, il devient beaucoup plus toxique qu'il ne l'est normalement. Lorsqu'on rend son absorption possible, le 2.4 D. est donc toxique pour les plantes appauvries en hydrates de carbone. La respiration augmente chez les plantes étiolées traitées au 2.4. D.

M. RAU.

HANF (M.). — **Keimung von Unkraütern und Kulturpflanzen nach Behandlung des Bodens nit 2,4. D.. Mitteln** (Germination des mauvaises herbes et des plantes cultivées, après traitement du sol par les produits au 2.4. D.). *Nachr. des d. Pflanzens*, 2, 84-90, 1950.

Les essais de traitements du sol au 2.4. D. pour détruire les mauvaises herbes au moment de leur germination ont montré que des doses de 1 à 2 kg de 2.4. D. par ha réduisent à 10 % environ le pourcentage de germination. Dans les terres traitées aux doses normales, les semences de céréales ne subissent aucun dégât, mais parfois, pour le blé, un léger retard à la végétation. Aux doses 25 fois plus fortes, il se produit un arrêt brutal de la végétation. Parmi les mauvaises herbes qui ont germé, très peu se développent normalement : il se produitdes déformations foliaires, des courbures et diverses anomalies de croissance. Les graines de plantes potagères (Haricot, Radis) se comportent comme les mauvaises herbes.

La durée d'action des substances de croissance dans les sels est prolongée ; elle dépend de la pluviosité. Des pluies de 50 à 60 mm sont nécessaires pour éliminer le 2.4 D, au point que les grains de Chou puissent pousser normalement. Le Haricot est moins sensible. Les terres sableuses sont lavées plus vite que les terres de jardin. En résumé, il est possible d'éliminer les mauvaises herbes sans nuire aux cultures faites dans la suite. Les graines profondément enterrées ne sont pas atteintes et peuAent germer à la suite des façons culturales profondes.

M. RAU.

ZIMMERMAN (P. W.), HITCHKOCK (A. E.), KIRKPATRIK Jr (H.) et EARLE (T. T.). — **Control of water hyacinth** (Lutte contre la Jacinthe d'eau). *Agric. chem.*, 5, n° 1, 45-47, 1950.

La Jacinthe d'eau, *Eichornia crassipes*, envahit rapidement les cours d'eau du Sud des Etats-Unis. On la combat efficacement par des pulvérisations de 2.4. D. qui est supérieur au 2.4.5. T. Des produits à 40 % de 2.4. D. sont utilisés. les sels d'amine étant équivalents aux esters. Le liquide pulvérisé contient 1 kg à 1,5 kg de matière active par hl et on en applique 400 à 800 l à l'ha. La dépense est ainsi de 5 à 8 kg de 2.4. D. par ha.

M. RAU.

STEINIGER (F.). — **Anwendungsmethoden des Alphanphthylthioharnstoffs in der Nagetierbekampfung** (Méthode d'utilisation de l'A. N. T. U. dans la lutte contre les rongeurs). *Nachr. der d. Pflanzens.*, 2, 102-105, 1950.

D'après la documentation américaine, la D. L. 50 de l'A. N. T. U pour le Surmulot est de 7 à 50 mg par kg. Il y a de fortes différences individuelles, mais les chiffres faibles sont les plus vraisemblables. La résistance des rongeurs est plus grande pendant la saison froide.

On recommande en Allemagne, pour les appâts, une cnncentration de 0,5 % qui est peu dangereuse pour les animaux domestiques et pour l'homme : la dose mortelle pour un homme serait de 5 à 8 gr d'A. N. T. U. Ce composé est beaucoup moins toxique que le monofluoroacétate de Na, le sulfate de thallium et le S. N. P.

En épandage sur le sol, l'A. N. T. U. s'emploie à des concentrations de 20 à 33 % ; il doit alors avoir des particules de 10 à 20 μ, 50 μ au maximum, et être dilué par du talc de bonne qualité. Une concentration de 15 % serait nettement insuffisante. On vérifie la pureté de l'A. N. T. U. en en plaçant une certaine quantité sur une plaque chauffante : il doit s'évaporer sans laisser de traces.

M. RAU.

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher). France. — 24-6-1952.

Dépôt légal : 3e trimestre 1952 *N° d'impression : 710*

NOUVELLES RECHERCHES SUR LES SUBSTANCES QUI ATTIRENT LE DORYPHORE (*L. DECEMLINEATA* SAY) VERS LA POMME DE TERRE

PAR

Rémy CHAUVIN

Station de Recherches apicoles. Bures-sur-Yvette.

Les substances qui attirent le Doryphore vers la feuille de pomme de terre ont d'abord été étudiées par MAC INDOO, à l'aide d'un olfactomètre de son invention; dans cet appareil, un courant d'air passait sur des feuilles de pomme de terre et arrivait par une des branches d'un tube en Y, sur des Doryphores adultes, et par l'autre branche de l'Y, arrivait le courant d'air témoin. Un pourcentage d'insectes peu supérieur à 50 % se dirigeait vers la courant d'air odorant, et MAC INDOO croyait pouvoir en conclure à l'attractivité olfactive des feuilles de *Solanum tuberosum* vis-à-vis du *Leptinotarsa* : mais l'écart statistique entre les Doryphores « positifs » et « négatifs » était beaucoup trop faible pour justifier une telle conclusion. Plus sérieuses ont été les recherches de RAUCOURT et TROUVELOT qui ont porté sur des larves, et non sur des adultes comme dans les expériences de MAC INDOO. Les substances à étudier étaient disposées sur des rondelles de moelle de sureau collées à l'aide d'un peu de paraffine sur des disques de papier filtre ; les disques étaient placés dans une boîte de Pétri devant une fenêtre et on les tournait d'un quart de tour à intervalles de temps fixes, pour que toutes les rondelles de sureau soient également exposées à la lumière. Les surfaces dévorées étaient mesurées par application sur un papier milimétré. A l'aide de cette technique, RAUCOURT et TROUVELOT purent établir certaines propriétés des extraits actifs ; « ils sont extraits par l'alcool chaud, mais ne sont pas des lipides saponifiables ; quand l'extrait alcoolique a été débarrassé des matières grasses, les principes actifs deviennent solubles dans l'eau ; ces principes présentent une forte stabilité chimique, ne sont pas volatils, résistent à un chauffage de plusieurs jours à 100°. A la température ordinaire, ils perdent environ la moitié de leur activité en un an, aussi bien en présence d'humidité qu'en milieu sec ; ils sont détruits en quelques heures dans l'eau bouillante ; la fermentation naturelle produit dans les jus de feuilles de pommes de terre des matières répulsives qui empêchent leur consommation par les larves ; elle détruit en outre les principes actifs. La présence de solanine

dans les plantes n'est pas la cause de leur attaque par le Doryphore. Certaines observations font penser cependant que les principes actifs seraient des matières azotées ».

J'ai repris les travaux de RAUCOURT et TROUVELOT exclusivement sur les larves. Je n'ai donc étudié que les chimiotropismes à courte distance ou gustatifs ; il existe peut-être des chimiotropismes à longue distance ou olfactifs, mais je ne connais pas d'expériences qui permettent de l'affirmer, pas plus sur les larves que sur les adultes, puisque nous avons vu qu'on ne peut tenir aucun compte des travaux de MAC INDOO.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Technique des tests. — J'ai perfectionné la technique de RAUCOURT et TROUVELOT de la façon suivante : les rondelles de moelle de sureau sont d'abord découpées en tranches de 1/100e de millimètre à l'aide d'un microtome type Ranvier ; puis on imbibe entièrement de paraffine un disque de papier filtre de la dimension d'un couvercle de boîte de Pétri ; on place ce disque sur une platine chauffante électrique, et on applique, en appuyant très légèrement et très brièvement, les rondelles de sureau sur le disque : une pression trop forte ou trop prolongée aurait pour effet d'imbiber la rondelle de paraffine, ce qui en rendrait l'attaque malaisée pour la larve ; or il suffit qu'elle soit très légèrement collée. Les rondelles sont numérotées et on dépose dessus une gouttelette jaugée de la solution à étudier, que l'on étale avec soin. Toutes les gouttelettes sont mises à dessécher à 37°, ce qui prend une dizaine de minutes. On les réhumecte ensuite uniformément avec de l'eau pure, en déposant avec une micropipette une quantité d'eau suffisante pour que toutes les rondelles soient imbibées sans que l'eau en déborde ; on place alors 20 larves du 4e stade sur le couvercle de la boîte de Pétri, que l'on recouvre de son fond, et l'on dispose le tout dans une étuve à 30° au-dessous d'une lampe de 15 watts placée à 30 cm au-dessus de la boîte ; le test dure une heure. Les attaques sont appréciées en détachant les rondelles de moelle de sureau et en en projetant l'image agrandie 50 fois sur une feuille de papier d'épaisseur uniforme ; les surfaces correspondant aux attaques sont alors découpées et pesées. Mais il est la plupart du temps nécessaire de calculer l'attractivité en *unités*. Pour cela, la solution à étudier, et dont on connaît la concentration en substance sèche est diluée successivement, du double à chaque fois, dans une série de tubes à essais. On exécute une série de tests avec chacune de ces dilutions, en prenant 6 rondelles de sureau à chaque fois ; sur une rondelle, on dépose de l'eau distillée, sur la suivante la solution à étudier, sur la suivante de l'eau distillée, et ainsi de suite en alternant. Les tests sont faits en double ; on apprécie le moment où l'attaque de la substance et de l'eau distillée est égale ; on convient alors d'appeler unité attractive le nombre de litres de solution attractive à la dilution limite que l'on peut

faire avec un gramme du produit. La dilution limite est la solution à la concentration double de celle qui réalise l'unité d'attaque avec l'eau distillée.

Les larves doivent être conservées pendant la nuit qui précède les tests rigoureusement à jeun et à 27°.

PRÉPARATION DES EXTRAITS ACTIFS

Ancienne technique (CHAUVIN, 1945). — Cette première technique était basée sur des différences de solubilité du principe actif et des impuretés dans des alcools de titre variable. On fait bouillir 2 h 5 g de feuilles séchées à 98° pendant 8 h avec 50 cm³ d'alcool à 50°. Laisser refroidir ; filtrer au Buchner. Evaporer sous vide à une dizaine de cm³. Ajouter de l'alcool absolu à cessation du précipité, et filtrer. La liqueur est évaporée dans le vide jusqu'à 5 cm³, additionnée de 25 cm³ d'éther et de 20 cm³ d'alcool absolu. Le précipité qui adhère aux parois du vase est lavé à l'éther et repris par 10 cm³ d'eau distillée tiède, et on agite deux fois de suite pendant une heure à chaque fois, avec 0,5 g de franconite. La liqueur qui paraissait rouge par transparence, devient vert olive. On évapore dans le vide et on dissout dans 10 cm³ d'alcool à 50°, en centrifugeant aussitôt après, ce qui élimine une impureté cristalline ; on évapore à sec, on fait bouillir une heure à reflux dans l'alcool absolu, qui entraîne des substances jaunâtres peu actives. On fait bouillir ensuite une heure dans l'alcool à 85°, qui entraîne les principes actifs ; le résidu, plus ou moins hydrosoluble est peu actif. On peut aussi reprendre le résidu obtenu en évaporant l'alcool à 85°, par les alcools forts à froid, ce qui permet d'éliminer des impuretés (voir CHAUVIN, 1945).

A partir du résidu actif final, qui ne cristallisait pas et fondait, en se décomposant, au Maquenne vers 145°, j'ai tenté divers essais de purification. Le résidu en solution est traité par un excès de baryte bouillante ; il se forme un précipité floconneux brun qu'on élimine ; l'excès de baryte est chassé dans la solution par le gaz carbonique ; elle contient alors deux unités attractives ; on ajoute alors quelques gouttes d'ammoniaque, et on élimine un autre précipité brun floconneux qui retient malheureusement des traces notables d'activité. La solution contient alors 18 unités attractives, donc un progrès considérable a été réalisé. La liqueur réduit un peu le Fehling ; elle le réduit beaucoup plus après hydrolyse acide.

J'ai essayé également la purification par chromatographie, mais avec les adsorbants qui étaient à ma disposition et qui fixaient tous plus ou moins bien le produit actif, l'élution était impossible. Ceci vaut pour la chromatographie en solution aqueuse sur le carbonate de calcium (précipité léger), la norite (charbon végétal) le franconite, la bentonite, le floridin XS.

A partir de la liqueur brute dans l'alcool à 50°, précipitée par l'alcool absolu, et dont le résidu a été repris par l'eau, on peut aussi tenter une préci-

pitation par l'acétate de plomb basique, à raison de 0,75 cm³ d'acétate liquide par gramme de feuilles sèches ; mais si toute l'activité passe dans le précipité, il semble qu'une grande partie soit détruite et disparaisse définitivement.

Nouvelle technique de préparation. — Beaucoup des caractères des principes actifs donnaient à penser qu'il s'agissait peut-être d'hétérosides. J'ai donc essayé d'appliquer à la feuille de pomme de terre une des techniques générales d'extraction des hétérosides données par HÉRISSEY et RABATÉ. Pour cela 200 g de poudre de feuilles sont épuisés par 2 litres d'alcool à 50° à l'ébullition pendant 2 h ; on laisse refroidir, filtre au Buchner, évapore dans le vide à 400 cm³, et on fait avec la solution mélangée à de la magnésie une pâte consistante qu'on laisse sécher complètement à 35°. On reprend alors la magnésie par un grand excès d'alcool à 95°, à l'ébullition et à reflux, trois fois de suite pendant une heure à chaque fois. La solution évaporée cristallise en gros cristaux cubiques jaunâtres fondant en se décomposant à 175-180° (Maquenne). Ces cristaux lavés par l'alcool à 50° se décolorent en se dissolvant partiellement ; en faisant recristalliser la solution ainsi obtenue, on constate la présence de cristaux cubiques incolores et d'une masse amorphe jaunâtre ; mais on n'arrive pas par cette technique à séparer complètement les cristaux du produit amorphe. On y parvient beaucoup mieux en évaporant la solution magnésienne dans l'alcool à 95°, reprenant par l'alcool à 85° qui laisse un résidu inactif, et portant la liqueur à — 20° pendant 24 h. Il se dépose un résidu cristallin qui entraîne un peu de produit coloré ; la liqueur évaporée donne un résidu jaune verdâtre non cristallisé, très actif, extrêmement hygroscopique, fondant en se décomposant vers 140° (Maquenne) très analogue au résidu final actif obtenu par l'autre technique.

La question de la solanine. — On a envisagé déjà (RAUCOURT et TROUVELOT) la possibilité pour la solanine de jouer un rôle attractif vis-à-vis du Doryphore. Il n'est pas impossible, étant données ses propriétés, qu'elle ait pu atteindre les liqueurs terminales de la purification. J'ai donc essayé de la solanine pure par la technique habituelle des tests, avec un résultat négatif ; les citrate, acétate, lactate, tartrate, oxalate de solanine, obtenus en saturant avec une solution de ces acides une suspension de solanine, ne sont pas non plus attaqués par le Doryphore, ou ne le sont pas plus que l'eau distillée. On peut d'ailleurs préparer une solution de solanine, de solanidine et de solanthrène, en faisant bouillir une minute des feuilles dans l'acide acétique à 1 %, filtrant, réchauffant à 70° et saturant d'ammoniaque, qui précipite ces corps. Ce précipité se redissout dans l'alcool bouillant ; mais la solution n'attire pas plus les larves de Doryphore que l'eau distillée. Il est donc peu probable que la solanine ou des corps voisins puissent jouer un rôle dans l'attractivité de la pomme de terre vis-à-vis du Doryphore. L'extrait alcoolique de larves de Doryphore broyées contient enfin une substance extrêmement attractive, que je n'ai pas pu étudier.

DOSAGE DE L'ACTIVITÉ SUR DIFFÉRENTES VARIÉTÉS DE POMME DE TERRE

Avec le concours de Pierre GRISON, j'ai recherché si les différentes variétés de pomme de terre présentaient une activité différente pour le Doryphore. Nous avons employé pour cela non seulement des variétés différentes, mais des spécimens d'une même variété élevés dans deux conditions différentes, les uns (A) élevés à Versailles, à la Station Centrale de Zoologie agricole, dans une plaine bien dégagée, et les autres (B) plantés près d'Epernon (E. et L.), dans un champ de terre argileuse, sur une pente ensoleillée. Les variations mises en évidence sont très grandes ; mais il faudrait les préciser beaucoup et réaliser en quelque sorte l'écologie de la substance attractive. Nous aurions voulu aussi les paralléliser avec des comptages de Doryphores adultes en plein champ, mais nous ne disposions que d'un nombre de relevés trop faibles pour réaliser ce projet. Pour les dosages on a desséché très peu de temps après la récolte des bouquets de feuilles du sommet des tiges (feuilles jeunes) et on les a fait bouillir à reflux pendant 2 h à raison d'un gramme de poudre pour 10 cm^3 d'alcool à 50°. On filtre et on porte à la glacière deux jours, pour permettre le dépôt d'impuretés gênantes, on centrifuge et on exécute le test des dilutions successives suivant la technique habituelle.

Mesure de l'attractivité de diverses variétés de Pomme de terre.

Variétés	Unités attractives	Variétés	Unités attractives
Ultimus B	4	Esterlingen B	0,5-0,58
Ackersegen A	1,61	Beauvais B	
Cornutum A	1,5	Aranbaner B	
Ackersegen B	1,25	Saucisse A	0,45
Bintje A		Rosa B	
Furore A	1,1	Bintje B	0,31
Flava B		Royal Kidney A	
Osbote B	1	Parnassia B	
Industrie B		International Kidney A	0,28
Carnéa B		Saucisse B	
Parnassia A	0,8	Vilpeaux B	
Bintje A		Viola A	0,21
Wohltinan A	0,66	Étoile du léon A	0,18
		Voran A	

RÉSUMÉ

1° On indique deux techniques de préparation de la substance qui attire les larves de Doryphore vers la pomme de terre.

2° On donne aussi diverses mesures de l'attractivité de plusieurs variétés de pomme de terre. Il serait important de paralléliser ces mesures avec des comptages d'insectes sur le terrain ; mais trop peu d'estimations de la grandeur des populations ont été faites jusqu'ici pour qu'on puisse établir cette comparaison.

Reçu pour publication le 15 octobre 1951.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Chauvin (R.). — Premiers essais de purification de la substance qui attire le Doryphore vers les feuilles de pomme de terre. *C. R. Acad. Sc.*, **221**, 713, 1945.
(2) Hérissey (H.) et Rabaté (J.). — Généralités sur les hétérosides. *Traité de Chimie organique*, VIII, Masson, Paris, 1938.
(3) Mac Indoo (N. E.). — An insect olfactometer. *J. Econ. Entom.*, **19**, 545-71, 1926.
(4) Raucourt (M.) et Trouvelot (B.). — Les principes constituants de la pomme de terre et le Doryphore. *Ann. Epiphyt.*, 1936.

LE JEUNE ABSOLU ET SON INFLUENCE SUR LA MUE CHEZ LE VER A SOIE

PAR

J. M. LEGAY

Station de Recherches séricicoles, Alès

L'étude de l'influence des repas sur le développement larvaire du *Bombyx mori* nous a amenés à utiliser le jeûne absolu comme méthode d'analyse. Ce procédé assez souvent employé, l'a été en particulier par BOUNHIOL à l'occasion d'études sur le déterminisme de la métamorphose chez quelques Lépidoptères, dont le Ver à soie.

MÉTHODE

L'étude détaillée de l'évolution larvaire, en particulier croissance et comportement alimentaire, nous a permis de mettre au point une méthode de travail précise.

D'une part, nous avons maintenu les conditions d'élevage adoptées une fois pour toutes (t^o : 22°C, 4 repas par jour).

D'autre part, nous sommes arrivés à admettre que les 4 repas de la journée n'avaient pas la même valeur, surtout pour certains phénomènes, et que de toute façon l'unité-jour pour les essais était une unité trop grande, l'évolution du Ver étant très rapide. Le fait exceptionnel parmi les animaux de laboratoire, qui consiste pour le Ver à soie a pouvoir être réglé du point de vue alimentaire (le Ver à soie ne mange que lorsqu'on lui distribue un repas) nous a permis de prendre précisément le repas comme unité. Ce procédé de repérage est d'autant meilleur que la population est plus homogène, résultat que l'on peut justement obtenir dans un élevage de Vers à soie.

Les prélèvements de Vers mis à jeûner ont été effectués quelques instants avant chaque repas tout au long de la vie larvaire. Les observations régulières ont été faites deux fois par jour, à 12 h d'intervalle, à 6 h et à 18 h. Le nombre de Vers prélevés chaque fois a été de 20 jusqu'à la 4^e mue et de 50 au cours du dernier âge. Ce sont donc près de 1 000 vers qui ont été étudiés. L'observation d'un grand nombre d'individus se justifie d'autant plus que la mue se présente dans une population de Vers à soie comme un phénomène statistique, et que certains résultats montrent à posteriori quelles erreurs on aurait pu commettre en n'étudiant que quelques individus.

RÉSULTATS

I. — Chez les individus témoins, nous avons vérifié sur de nombreux élevages, que dans les conditions où nous travaillons, les mues successives se produisent au bout d'un nombre à peu près constant de repas, à savoir : 20 à 22 repas pour le premier âge, 16 à 18 pour le deuxième, 16 à 18 pour le troisième, 20 à 22 pour le quatrième, 28 à 30 pour le cinquième ; des compensations sont possibles entre les âges, mais le total reste de 100 à 110 repas de l'éclosion au filage du cocon. Ces données fixent une base de comparaison pour les expériences ci-dessous.

II. — Au cours de chaque âge la mue est susceptible de se manifester au bout de quelques jours de jeûne chez des Vers n'ayant pas ingéré le nombre de repas normal : après 15 repas au premier âge, après 9 au second, après 9 au troisième, après 12 au quatrième, après 10 au dernier âge. Nous donnons ci-dessous le tableau des rapports alimentation obligatoire/alimentation normale (celles-ci ayant été exprimées *en nombre de repas* et non *en durée* comme le fait Bounhiol).

Tableau I

Valeurs du rapport « alimentation obligatoire/alimentation normale » pour les âges successifs du Ver à soie.

N° de l'âge	1er	2eme	3eme	4eme	5eme
Valeur du rapport	0,65	0,56	0,56	0,57	0,35

Nous remarquons que la valeur du rapport diminue avec les âges successifs, un Ver jeune semblant avoir besoin de plus manger pour atteindre sa mue qu'un Ver plus âgé, ce qui paraît normal puisqu'un jeune Ver a relativement beaucoup moins de réserves.

De plus, les valeurs du rapport considéré découpent dans la vie larvaire trois étapes que l'on reconnaît très souvent chez les Insectes :

le premier intermue (larves néonates),

les intermues suivants,

le dernier intermue ou période prépupale.

III. — Un âge donné peut donc se subdiviser comme suit :

une période A où la mue ne se produira jamais, quelle que soit la durée du jeûne auquel les chenilles sont soumises. C'est la période d'alimentation obligatoire de Bounhiol, mais que nous trouvons plus courte que cet auteur ;

une période B_1 où la mue devient possible, le pourcentage de muants augmentant progressivement ;

une période B_2 où la mue est également possible, mais à 100 p. 100. Cette période est par conséquent une période d'accumulation de réserves. L'ensemble $B_1 + B_2$ correspond évidemment à la période d'alimentation facultative.

Le début de la phase B_1 correspond à un seuil, un moment d'équilibre important où divers phénomènes se renversent (exemple : élongation cellulaire avant, rétraction après). L'existence et la position de cycles d'intermues précisées de cette manière (cf tableau II) confirment les données histologiques, dont certaines ont déjà été publiées par ailleurs.

TABLEAU II

Position et durée des différentes phases dans les intermues successifs chez le Ver à soie.

Nombre de jours après la mue	Nombre de repas ingérés	Pourcentage de mues				
		Ier âge	IIème âge	IIIème âge	IVème âge	Vème âge
1	0	0	0	0	0	0
	1	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0
2	4	0	0 (A)	0 (A)	0	0 (A)
	5	0	0	0	0 (A)	0
	6	0	0	0	0	0
	7	0 (A)	0	0	0	0
3	8	0	0	0	0	0
	9	0	1/20 (B_1)	0	1/20	0
	10	0	5/20 (B_1)	1/20	0	4/50
	11	0	20/20	3/20 (B_1)	0	16/50 (B_1)
4	12	0	18/20 (B_2)	14/20	10/20	12/50
	13	0	20/20 (B_2)	18/20	18/20 (B_1)	21/50
	14	0	20/20	20/20	18/20 (B_1)	29/50
	15	2/20	20/20	20/20 (B_2)	19/20	41/50
5	16	8/20 (B_1)		20/20	20/20	36/50
	17	19/20			20/20	45/50
	18	20/20			20/20 (B_2)	44/50
	19	20/20			20/20	46/50
6	20	20/20 (B_2)			20/20	49/50
	21	20/20				45/50 (B_2)
	22	20/20				44/50
	23					38/50
7	24					43/50
	25					43/50
	27					41/50
	28					25/50
8						22/50

Les Vers prélevés au début de la période B_1 sont particulièrement intéressants à observer, parce qu'ils sont plus ou moins proches du seuil. Par suite dans un même lot, certains Vers vont muer, d'autres pas ; mais tous jeûneront, les premiers ayant un moment de jeûne physiologique, les seconds subissant un jeûne ordinaire expérimental. Or ce sont toujours, et pour toutes les mues, les Vers mués qui meurent les premiers. *Donc la mue implique une perte de réserves supérieure à celle d'un jeûne ordinaire.* Elle s'explique asssez bien par

Tableau III

Dates et durées des mues selon le jeûne subi.

(Les dates sont indiquées en *numéro du jour* à partir de la mue précédente et en *heures*. Les données des témoins sont précédées du signe ●).

Nombre de jours après la mue	Nombre de repas ingérés	Ière mue		IIème mue		IIIème mue		IVème mue		Nymphose
		Entrée en mue	Sortie	Entrée en mue	Sortie	Entrée en mue	Sortie	Entrée en mue	Sortie	Début du filage
	0									
1	1									
	2									
	3									
	4									
2	5									
	6									
	7									
	8									8–18h.
3	9			6–18h.	7–18h.			6–18h.	7–18h.	
	10			5–6h.	8–6h.	4–18h.	5–18h.			9–6h.
	11			4–18h.	6–18h.	5–6h.	7–6h.			10–6h.
	12			5–6h.	6–18h.	5–6h.	9–18h.	6–6h.	11–18h.	10–6h.
4	13			5–6h.	7–6h.	5–6h.	10–6h.	6–6h.	11–6h.	9–6h.
	14			5–6h.	7–7h.	5–6h.	7–18h.	6–6h.	9–6h.	9–6h.
	15	6–6h.	8–6h.	● 5-6h	6–9h.	5–6h·	7–18h.	6–6h.	10–18h.	9–6h.
	16	6–6h.	8–6h.			5–18h.	7–18h.	6–6h.	9–6h.	9–6h.
5	17	6–6h.	8–18h.			● 5–9h.	7–6h.	6–6h.	8–18h.	9–6h.
	18	6–6h.	8–18h.					6–6h.	8–6h.	9–6h.
	19	6–6h.	7–18h.					6–6h.	8–6h.	9–6h.
	20	6–18h.	8–6h.					6–9h.	8–18h.	9–6h.
6	21	7–6h.	8–18h.					● 6–9h.	8–6h.	9–6h.
	22	7–6h.	9–6h.							9–6h.
	23	● 6-21h	8–6h.							9–6h.
	24									9–6h.
7	25									9–6h.
	26									9–6h.
	27									9–6h.
	28									● 9–6h.
ñ										

exemple pour le glycogène et quelques protides dont les réserves sont utilisées à la formation de la nouvelle chitine.

IV. — Les résultats obtenus au dernier âge sont comparables à ceux des autres intermues, mais comme ils font intervenir des phénomènes spéciaux (tels que le filage du cocon), ils ont donné lieu à une étude particulière (1).

V. — Enfin les effets du jeûne absolu sur la mue elle-même sont les suivants (cf. tableau III) :

La date d'entrée en mue de la *première chenille* est à quelques heures près la même dans les différents lots, quelle que soit la durée du jeûne auquel ils ont été soumis ; en particulier un jeûneur ne muera jamais avant un témoin. Mais par contre la date d'entrée en mue de la *dernière* chenille d'un lot de jeûneurs est beaucoup plus tardive que chez les témoins.

Par suite si nous appelons durée de la mue pour une population donnée, la période qui s'étend de l'entrée en mue de la première chenille à la sortie de mue de la dernière, on observe que cette durée est d'autant plus longue que le jeûne subi a été plus important. (Exemple : à la 4e mue nous avons noté des retards allant jusqu'à 3 jours 1/2), alors que chez les témoins la mue est un *phénomène groupé* de durée précise et relativement courte.

Enfin la durée individuelle de la mue chez les jeûneurs est très sensiblement la même que chez les témoins.

En résumé, le jeûne absolu *ne peut en aucun cas avancer la date de la mue, mais peut la retarder nettement sans que la durée de la mue elle-même soit modifiée.*

CONCLUSIONS

Les résultats expérimentaux exposés ci-dessus apportent diverses précisions permettant de mieux comprendre la structure des cycles qui se succèdent au cours de la vie larvaire du *Bombyx mori* ; ils montrent en outre que le *mécanisme* hormonal de la mue ne fonctionne normalement que dans certaines conditions ; son déclenchement ne se produit que si la chenille a atteint un certain état physiologique (des expériences d'alimentation légère — 2 repas au lieu de 4 à la même t^o — permettent également de retarder la mue) ; l'aboutissement du mécanisme lui-même n'est pas automatique (les expériences de jeûne le prouvent). Dans les deux cas, c'est le facteur alimentation qui est mis en jeu ; on ne doit pas négliger son importance.

Reçu pour publication le 30 octobre 1951.

(1) Expériences de jeûne absolu au cours du dernier âge de la vie larvaire chez *Bombyx mori*. *C. R. Acad. Sc.*, **234**, 885-888.

OBSERVATIONS SUR L'EMPLOI DES HUILES MINÉRALES POUR LES TRAITEMENTS DE LA VIGNE

PAR

R. VASSEUR et H. BIANCHI

Laboratoire du Pou de San-José, Saint-Genis-Laval (Rhône)

En raison d'une importante pullulation de Cochenilles (*Pulvinaria vitis* L. et *Eulecanium corni* Bouché) s'étant produite sur la vigne dans le Beaujolais en 1948, année dont les conditions atmosphériques, température modérée et hygrométrie assez élevée, semblent avoir été particulièrement favorables à la multiplication de ces insectes, des traitements antiparasitaires ont été effectués en fin d'hiver 1948-49 par un grand nombre de viticulteurs, notamment à Vaux, Fleurie, Villié-Morgon, etc..., communes où est cultivée presque exclusivement la variété *Gamay*. Pour ces traitements avaient été utilisées, en même temps que des huiles anthracéniques, produits depuis longtemps déjà employés en viticulture et y ayant fait leurs preuves, des bouillies à base d'huiles de pétrole, additionnées ou non de dinitroorthocrésol (D.N.O.C.).

Par la suite, sur certaines vignes traitées furent observés de graves troubles physiologiques, se traduisant par des brûlures des bourgeons et des porteurs, un retard général de la végétation atteignant quelquefois plus d'un mois et, finalement, une diminution très sensible de la récolte allant jusqu'à 75-80 p. 100. Les troubles se manifestèrent surtout dans les vignes plus âgées où, dans certains cas, en particulier quand le traitement avait été fait avec des produits à base d'huile de pétrole, les dommages ont été si importants que les propriétaires furent obligés de procéder à l'arrachage. Ces constatations provoquèrent de nombreuses controverses quant aux causes des accidents observés et aux conditions dans lesquelles ils se sont produits. En effet, l'inocuité des huiles de pétrole utilisées à des doses normales a été démontrée en arboriculture par de nombreuses années de pratique, aussi bien en France qu'à l'étranger ; certains auteurs les préconisent même en viticulture, en traitement d'été et d'hiver. Il semblait donc possible d'attribuer les dégâts à une erreur de dosage ou de manipulation, à une fabrication de produit accidentellement défectueuse, au traitement effectué trop tardivement par rapport à l'état de la végétation ou à une autre cause, occasionnelle ou locale, n'ayant pas de caractère général. Toutefois, ces explications n'apparaissent que peu probantes, étant donné que les accidents eurent lieu dans plusieurs communes, chez des propriétaires différents, n'ayant vraisemblablement pas pu commettre les mêmes erreurs, et avec des produits d'origine et de marques diverses.

Il nous a, par conséquent, paru utile de procéder à une vérification expérimentale des faits mentionnés plus haut.

TECHNIQUE DES ESSAIS

Les essais ont été faits à Saint-Genis-Laval dans une vigne de la variété *Gamay* de 30 à 35 ans d'âge environ, les 22-23 février 1950, c'est-à-dire encore quelques semaines avant le départ de la végétation. Dans le but de déterminer la répercussion possible du moment de la taille sur les conséquences phytocides des traitements, l'expérimentation a porté sur deux parcelles d'importance égale ; dans l'une, la taille habituelle avait été faite un mois environ avant les essais de traitement, dans l'autre, elle ne fut effectuée que quelque temps après ceux-ci. Chacune des parcelles comprenait un peu plus de 100 pieds, répartis en 7 rangées de 15. Dans chaque rangée, les 5 premiers et les 5 derniers pieds servirent pour les essais, ceux du milieu étant réservés comme témoins. La pulvérisation a été faite à l'aide d'un pulvérisateur à dos ordinaire donnant une pression de l'ordre de 3 kg, jusqu'à ruissellement du liquide sur toutes les parties du végétal, par temps calme et à une température de 7-9° environ.

Pour les essais, ont été utilisés les 5 produits suivants :

a) Emulsion d'huile de pétrole d'hiver à 83 p. 100 d'huile, aux doses de 2, 3 et 4 p. 100 ;

b) Emulsion d'huile de pétrole d'hiver à 80 p. 100 d'huile d'une autre marque que la précédente, aux doses de 2, 3 et 4 p. 100 ;

c) Emulsion d'huile de pétrole « jaune » comprenant 75 p. 100 d'huile et 2,5 p. 100 de di-nitro-ortho-crésol, aux doses de 2, 3 et 4 p. 100 ;

d) Emulsion « Antilichen » contenant 33,5 p. 100 d'huile de pétrole et 33,5 p. 100 d'huiles anthracéniques, aux doses de 3, 4 et 5 p. 100 ;

e) Emulsion d'huiles anthracéniques à 60 p. 100 d'huiles, aux doses de 6 et 8 p. 100.

Dans tous les cas, les doses ont été choisies voisines de celles généralement utilisées dans la pratique.

Chaque dose des produits indiqués a été appliquée sur 5 pieds de vigne dans chacune des deux parcelles I et II.

RÉSULTATS OBSERVÉS

Déjà peu de temps après le débourrement de la vigne, vers la deuxième quinzaine d'avril, il a pu être constaté que certains lots, surtout ceux traités avec des huiles de pétrole, présentaient des anomalies de végétation assez importantes ; là, où ces produits avaient été utilisés aux doses faibles ou moyennes la végétation présentait un certain retard comparativement aux témoins et était souvent irrégulière. Aux doses plus fortes de ces mêmes produits correspondaient des brûlures des yeux, des bourgeons et, quelquefois, des porteurs

entiers, un retard et une irrégularité de la végétation encore plus marqués. Certains bourgeons, quoiqu'ayant commencé leur développement avortèrent peu après l'éclatement. Ainsi, à titre d'exemple, dans le cas du produit A (huile de pétrole) à 4 p. 100 dans la parcelle taillée avant le traitement sur 5 pieds traités, 2 présentaient 3 porteurs brûlés chacun, les 3 autres, 1 ; avec le produit C (huile de pétrole jaune) à 4 p. 100, dans la même parcelle un pied avait 4 porteurs brûlés, un autre 1. Des troubles végétatifs semblables se manifestèrent également sur la parcelle taillée après le traitement. Par contre, dans les lots traités aux huiles anthracéniques (produit E) ou au mélange d'huiles de pétrole et d'huiles anthracéniques (produit D) il ne semblait pas y avoir de brûlures, et, si un retard de la végétation pouvait être constaté, ce n'était qu'aux doses supérieures.

Une appréciation plus exacte de l'état de la végétation dans les différents cas a été obtenue par la mensuration des sarments faite le 15 mai. Les résultats sont présentés dans le tableau I où, en même temps que la longueur moyenne des sarments, est indiqué, en pourcentage, le rapport comparativement aux témoins non traités.

TABLEAU I

Effet des traitements avec des produits à base d'huiles de pétrole sur des vignes de la variété « Gamay ».

État de la végétation au 15 mai 1950 : longueur moyenne des sarments (d'après les 5 plus longs sarments de chacun des 5 pieds traités avec un produit et une dose).

Produit	Dose	Longueur moyenne des sarments			
		Parcelle I (taillée avant le traitement)		Parcelle II (taillée après le traitement)	
		En cm.	p. 100 du témoin	En cm.	p. 100 du témoin
A. — Huile de pétrole à 83 p. 100.	2 p. 100	32,8	107,5	26,6	*88,3*
	3 «	28,2	92,4	22,2	**73,7**
	4 «	24,4	*80,0*	18,6	**61,7**
B. — Huile de pétrole à 80 p. 100.	2 «	30,9	101,3	30,7	100,3
	3 «	30,7	100,6	26,6	*88,3*
	4 «	27,2	*89,1*	26,6	*88,3*
C. — Huile de pétrole à 75 p. 100 + DNOC 2,5 p. 100.	2 «	28,0	91,8	31,3	103,9
	3 «	24,0	**78,6**	28,2	93,6
	4 «	26,8*	*87,8*	23,8	**79,0**
D. — Huile de pétrole à 33,5 p. 100 + huiles anthracéniques 33,5 p. 100.	3 «	34,7	113,7	28,9	96,0
	4 «	29,7	97,3	28,1	93,3
	5 «	26,6	*87,2*	28,4	94,3
E. — Huiles anthracéniques à 60 p. 100.	6 «	27,7	90,8	28,1	93,3
	8 «	28,0	91,8	25,2	*83,2*
Témoins non traités.		30,5 ± 0,62	100,0	30,1 ± 0,67	100,0

(*) En raison de brûlure de plusieurs bourgeons et porteurs, végétation très irrégulière : sur l'un des pieds un sarment atteint 64 cm. ce qui fausse la moyenne.

L'examen de ces chiffres montre que pour certains produits et doses le retard de la végétation est important et peut atteindre presque 40 p. 100 (produit A à 4 p. 100, parcelle II), ce qui correspond à une diminution très sensible de la surface foliaire.

En raison de la variabilité assez grande observée dans les témoins (écarts moyen 20,7 p. 100 et 22,7 p. 100 dans les parcelles I et II respectivement) et de l'échelle assez réduite à laquelle ont été faits les essais, nous avons estimé ne devoir tenir compte que des cas où la diminution de la végétation, en comparaison avec la moyenne des témoins, était de 10 p. 100 et plus. De même, nous n'avons pas pris en considération les cas où la végétation était plus forte que sur les témoins, quoiqu'il ne soit pas impossible que des produits nocifs aux fortes doses aient, aux doses faibles, une action stimulatrice.

Nous voyons que le plus grand retard a été provoqué par le produit A (sensible à la dose de 2 p. 100 dans la parcelle II, fort à la dose de 4 p. 100 dans la parcelle I et à 3 p. 100 dans la parcelle II et très fort à 4 p. 100 dans la parcelle II). Une diminution assez importante de la croissance s'observe également avec le produit C (à 3 p. 100 et 4 p. 100 dans la parcelle I et 4 p. 100 dans la parcelle II) et à un degré un peu moindre avec le produit B (à 4 p. 100 dans la parcelle I et à 3 et 4 p. 100 dans la parcelle II). Avec les produits D et E, par contre, une action retardatrice certaine sur la végétation ne se constate qu'aux doses les plus fortes : à 5 p. 100 pour le produit D dans la parcelle I et à 8 p. 100 pour le produit E dans la parcelle II.

Les chiffres obtenus ne permettent pas de déceler d'une façon suffisamment nette la relation entre l'action nocive des produits sur la végétation et le moment où, par rapport aux traitements, a été faite la taille. Toutefois, d'une manière générale, les retards ont été observés plus souvent et ils étaient plus importants dans la parcelle II, où la taille avait été faite après le traitement. Ceci pourrait peut-être s'expliquer par le fait que sur les vignes non taillées la surface d'écorce traitée a été plus grande et, par conséquent, l'intoxication générale du végétal plus forte.

Dans le courant de la saison les différences de végétation constatées au printemps se sont dans la plupart des cas maintenues et ont eu une nette répercussion sur la récolte, répercussion d'autant plus sensible que souvent là, où les bourgeons sur les porteurs avaient été brûlés, s'il y eut de nombreux rejets, ils partaient surtout de la souche. Ces rejets, dits « gourmands », comme cela est bien connu, dans les vignes telles que le *Gamay* ne fructifient que rarement la même année.

Les pesées de la récolte faites le 13 septembre ont donné pour les différents lots les résultats suivants (v. tableau II).

La perte de la récolte la plus importante comparativement aux témoins s'observe avec le produit A où elle commence à être sensible déjà à 2 p. 100, augmente régulièrement avec la dose et devient extrêmement grave à 4 p. 100, atteignant de 50 à 80 p. 100 suivant les parcelles. Le même phénomène, quoique

TABLEAU II

Effet des traitements avec des produits à base d'huiles minérales sur des vignes de la variété « Gamay ».

Récolte moyenne par pied.

Produit	Dose p. 100	Parcelle I		Parcelle II	
		Récolte en kg. par pied	p. 100 par rapport aux témoins	Récolte en kg. par pied	p. 100 par rapport aux témoins
A.	2	0,840	**65,8**	1,100	98,1
	3	0,740	**58,0**	0,725	**64,6**
	4	0,280	**21,9**	0,560	**50,0**
B.	2	0,980	*76,7*	0,780	**69,6**
	3	0,460	**36,0**	0,900	*80,3*
	4	0,900	*70,5*	1,040	92,8
C.	2	0,980	*76,7*	1,040	92,8
	3	0,700	**54,8**	0,800	*71,4*
	4	0,600	**47,0**	0,720	**64,2**
D.	3	1,360	106,5	1,175	104,8
	4	1,100	86,1	1,360	121,3
	5	0,840	**65,8**	0,680	**60,7**
E.	6	0,900	*70,5*	1,180	105,2
	8	0,960	*75,2*	0,900	*80,3*
Témoins non-traités		1,277 ± 0,105		1,121 ± 0,124	

à un degré moindre, se constate avec le produit C ; ici aussi les dégâts s'accroissent régulièrement avec la dose et deviennent très importants à celles de 4 p. 100. Avec le produit B, par contre, les chiffres obtenus, tout en se situant tous en dessous de la moyenne des témoins, sont très irréguliers, et ne suivent pas l'augmentation de la concentration de la bouillie. Cependant, dans certains cas, la diminution de la récolte a été très forte (à 2 p. 100 dans la parcelle II et à 3 p. 100 dans la parcelle I) (1).

Avec le produit D (mélange d'huile de pétrole et d'huiles d'anthracène) le rendement par pied n'a été sensiblement inférieur à celui des témoins qu'à la dose de 5 p. 100, alors qu'aux doses de 3 et de 4 p. 100 il lui était égal ou même légèrement supérieur. Pour le produit E (huiles d'anthracène pures) une diminution assez importante est observée dans la plupart des cas mais elle reste sensiblement moins forte qu'avec les trois premiers produits à base d'huile de pétrole et ceci malgré les doses élevées utilisées (6 et 8 p. 100).

Il est à noter que si au point de vue de la puissance de la végétation printanière l'action nocive des traitements semble avoir été plus marquée dans la

(1) Une différence assez marquée a été observée dans l'effet sur la vigne entre les produits A et B. D'une manière générale l'action phytocide fut moins forte et surtout moins régulière avec le second qu'avec le premier. Cette différence ne peut être expliquée uniquement par la teneur en huile qui dans les deux produits est sensiblement la même. Visiblement la qualité de l'huile et l'émulsifiant utilisé jouent aussi un certain rôle.

parcelle II taillée après la pulvérisation, la répercussion défavorable sur la récolte a été dans la majorité des cas plus grande dans la parcelle I où la taille avait été faite avant. Le fait, en lui-même, ne présente rien d'extraordinaire car il est bien connu en agriculture qu'à une végétation plus forte ne correspond pas toujours une fructification plus abondante mais il reste, cependant, difficile, en se basant sur ces données, d'émettre une opinion définitive quant à l'influence du moment de la taille par rapport au moment des traitements sur l'effet nocif de ceux-ci et sur l'état général de la vigne. Cette question serait à étudier par la suite.

Etant donné la diversité des résultats observés avec les différents produits et doses utilisés, il nous a paru intéressant de faire un rapprochement entre la teneur des bouillies en matières insecticides actives et l'effet produit sur la vigne. Cette comparaison est donnée par le tableau III où sont indiqués, d'un côté, les concentrations des mélanges en kg par hectolitre et, de l'autre côté, les rapports, en pourcent, entre les vignes traitées et les témoins, tant au point de vue de la puissance de la végétation au début de la saison qu'au point de vue de la récolte. Comme le rôle du moment de la taille dans la gravité des accidents constatés ne paraît pas être très important et n'est du reste pas assez éclairci, nous avons préféré nous baser ici sur les valeurs moyennes des deux parcelles I et II, sans en faire la distinction.

TABLEAU III

Rapport entre l'effet nocif des différentes bouillies et leur teneur en matières actives.

Produit	Dose p. 100	Composition de la bouillie (en kg. de matière active par hectolitre)			(en p. 100 par rapport aux tém. moyenne des parcelles I et II)	
		Huile de pétrole	Huile anthracénique	D.N.O.C.	Puissance de la végétation	Récolte
A.	2	1,66	—	—	97,9	82,0
	3	2,49	—	—	83,1	61,3
	4	3,32	—	—	70,9	36,0
B.	2	1,60	—	—	100,8	73,2
	3	2,40	—	—	94,5	58,2
	4	3,20	—	—	88,7	81,7
C.	2	1,50	—	0,05	97,9	84,8
	3	2,25	—	0,075	86,1	63,1
	4	3,00	—	0,10	83,4	55,6
D.	3	1,005	1,005	—	104,9	105,7
	4	1,34	1,34	—	95,3	103,7
	5	1,675	1,675	—	90,8	63,3
E.	6	—	3,60	—	92,1	87,9
	8	—	4,80	—	87,6	76,8

Les chiffres obtenus sont suffisamment nets et, à une exception près (produit B à 4 p. 100), parfaitement concordants. Il apparaît avec évidence que

l'huile de pétrole a eu un effet défavorable sur la vigne, se traduisant par une certaine diminution de la récolte déjà aux concentrations de l'ordre de 1,5 — 1,7 p. 100. Cet effet augmente avec la dose : à 2,2-2,5 p. 100, il y eut une répercussion sensible sur la puissance de la végétation printanière et une diminution encore plus importante de la récolte — de l'ordre de 40 p. 100, et à la concentration de 3,0-3,3 p. 100 le rendement a été dans certains cas réduit de presque deux tiers comparativement aux témoins.

Le di-nitro-ortho-crésol en lui-même ne semble pas avoir eu d'action nocive : en effet les retards de végétation et les diminutions de récolte observés là où cette substance était présente dans le mélange en même temps que l'huile de pétrole ne furent pas plus marqués qu'avec les doses correspondantes de ces huiles utilisées seules.

Le mélange d'huile de pétrole et d'huiles d'anthracène n'eut aucun effet phytocide aux doses inférieures et ceci malgré la quantité totale d'huiles dans les bouillies assez élevée (2,0-2,7 p. 100) ; par contre l'action nocive fut très nette à la dose supérieure où la proportion d'huile de pétrole seule atteignait 1,675 p. 100.

Avec les huiles anthracéniques pures une répercussion défavorable se constate à la concentration de 3,6 p. 100 mais elle est relativement faible et correspond à peu près à celle qui fut provoquée par l'huile de pétrole à 1,5-1,7 p. 100. Avec la concentration de 4,8 p. 100 les dégâts ont été plus importants et la récolte s'est trouvée diminuée de presque un quart.

CONCLUSIONS

Nous pouvons donc conclure que les traitements d'hiver avec des produits à base d'huiles minérales présentent incontestablement un danger pour les vignes de la variété *Gamay* où ils peuvent provoquer des brûlures, des retards de la végétation et une diminution de la récolte quelquefois très importante. Cette action phytocide doit être attribuée surtout aux huiles de pétrole dont la nocivité se manifeste déjà à la concentration de 1,5-1,7 p. 100 et s'accroît rapidement avec l'augmentation des doses. Les huiles anthracéniques ont également un certain effet phytocide mais il est environ deux fois moindre qu'avec les huiles de pétrole. Le D.N.O.C. ne semble pas avoir d'action nocive spécifique sur cette vigne.

Au point de vue pratique les huiles de pétrole pures doivent, par conséquent, être absolument déconseillées pour le *Gamay*. Les huiles anthracéniques peuvent être utilisées mais la concentration de 3,6 p. 100 d'huiles dans la bouillie, ce qui correspond à la dose de 5-6 p. 100 de la majorité des produits commerciaux, ne devrait pas être dépassée. La formule la meilleure paraît être le mélange d'huile de pétrole et d'huiles anthracéniques à condition, toutefois, que la concentration d'huile de pétrole dans la bouillie n'atteigne pas 1,5 p. 100,

proportion qui, dans ce cas précis, semble correspondre au seuil de nocivité de ces huiles.

Nous tenons à souligner que notre expérimentation a porté uniquement sur des vignes de la variété *Gamay* pour laquelle seule les conclusions faites sont valables. Certains renseignements que nous avons pu obtenir semblent indiquer que la majorité des autres variétés de vigne sont beaucoup moins sensibles que le *Gamay* aux huiles minérales et aux huiles de pétrole en particulier. Cependant, il nous a été signalé qu'en 1946-47 des accidents graves s'étaient produits à Irigny (Rhône) à la suite de traitements faits avec une huile de pétrole à 4 p. 100 sur des vignes de la variété *Gaillard*. Par conséquent, une prudence dans l'emploi des huiles minérales sur les vignes en général paraît être indiquée et aucun traitement avec ces produits ne devrait être conseillé ou appliqué sur une grande échelle avant que n'ait été faite une expérimentation préalable précise.

Reçu pour publication le 5 février 1952.

ÉTUDE DES ACTIONS OVICIDES
III. INFLUENCE DES MOUILLANTS SUR LA TOXICITÉ DU DINITROCRÉSYLATE DE SODIUM

PAR

M^lle M. CHANCOGNE

Laboratoire de Phytopharmacie, Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Action ovicide des mouillants.

II. — Mesure de la tension superficielle du mélange dinitrocrésylate et mouillant.

III. — Mesure comparative du pH des solutions de dinitrocrésylate de soude seul et du mélange dinitrocrésylate et mouillant.

IV. — Efficacités comparées du dinitrocrésylate de soude seul et des mélanges dinitrocrésylate et mouillants.

V. — Conclusions.

Les mouillants accompagnent, dans les spécialités commerciales, un grand nombre de substances antiparasitaires. Leur rôle consiste à permettre à la bouillie à laquelle ils sont ajoutés de s'étaler plus largement sur la surface traitée, et de pénétrer, du fait de sa plus grande mouillabilité, dans des endroits non atteints par le jet du pulvérisateur. Ils assurent aussi un contact plus étroit entre le liquide traitant et le parasite traité. Il n'est donc pas faux de dire qu'ils accroissent l'efficacité des insecticides ou qu'ils permettent l'emploi de certains d'entre eux qui, efficaces en eux-mêmes, seraient inutilisables, du fait de leur mauvaise répartition sur les surfaces pulvérisées. L'addition de mouillants à des produits employés en traitement d'hiver comme ovicides est pleinement justifiée. Les œufs des insectes sont souvent pondus dans des anfractuosités de l'écorce des arbres ou à l'intersection de deux branches. Un grand nombre d'entre eux échapperait au traitement d'une bouillie mal répartie sur l'arbre.

On s'est déjà demandé si le rôle des mouillants n'était pas plus important encore et si leur présence n'augmentait pas l'activité propre des produits auxquels on les ajoute. Par exemple, si l'addition d'un mouillant à une bouillie

bordelaise, déjà mouillante par elle-même, augmentait son efficacité, on pourrait penser que le mouillant agit comme synergique. Les expériences n'ont pas été concluantes dans ce sens. Dans le cas des ovicides, BEAMENT (2) a montré que ces produits pénétraient dans les œufs des insectes à travers le micropyle. Si lorsqu'on ajoute un mouillant à un ovicide, on augmente l'efficacité de ce dernier, deux cas peuvent se produire : ou bien le mouillant agit comme mouillant à l'intérieur de l'œuf, et il permet une meilleure pénétration de la bouillie ; ou bien sa présence seule agit par un phénomène de synergisme, à condition qu'il ne soit pas ovicide par lui-même.

Nous avons étudié des mélanges de dinitrocrésylate de soude et de mouillants, en mesurant les variations de quelques propriétés de la solution de dinitrocrésylate et en comparant l'efficacité de cette solution seule, avec celle des mélanges dinitrocrésylate plus mouillants, sur les œufs d'*Ephestia kühniella*.

Pour chaque mouillant examiné, nous avons fait plusieurs essais :

Détermination du pouvoir ovicide du mouillant à la concentration à laquelle il est employé ;

Comparaison de la tension superficielle de la solution de dinitrocrésylate et de la solution dinitrocrésylate plus mouillant ;

Comparaison du pH de ces solutions ;

Comparaison des efficacités des différents mélanges.

I. — ACTION OVICIDE DES MOUILLANTS

Nous avons essayé l'action de mouillants sur les œufs d'*Ephestia kühniella*, aux concentrations auxquelles ils se trouvent avec l'ovicide. Lorsque nous n'avions pas de renseignements sur la concentration à employer, nous avons

TABLEAU I

Efficacité ovicide des mouillants.

N° du mouillant	Composition	Concentration	Efficacité
1	Inconnue	2 p. 1 000	— 4
2	10 à 15 p. 100 de dérivés d'un alcool gras sulfoné + 10 à 15 p. 100 de dérivés du naphtalène sulfoné	2 «	— 4
3	Inconnue	2 «	— 4
4	Inconnue	2 «	0
5	40 p. 100 fiel de bœuf concentré + 30 p. 100 d'alcool éthylique, + 30 p. 100 d'alcool octylique ou terpinéol	2 «	0,5
6	70 p. 100 d'alcool terpénique émulsionable	2 «	2
7	Amino-esther d'acides gras condensé avec l'oxyde d'éthylène associé à des solvants	0,3 «	2
8	Sulforicinate de soude	2 «	3
9	Sulfate d'hydrocarbures à longue chaîne	2 «	3
10	70 p. 100 de terpinéol + alcools gras sulfonés	1 «	6
11	60 p. 100 de terpinéol + 40 p. 100 de sulforicinate de soude.	0,4 «	21

adopté celle de 2 p. 1 000. Les œufs ont été traités par trempage suivant la technique que nous avons précédemment décrite (1).

Nous résumerons dans un tableau, les efficacités des mouillants que nous avons employés.

Le mouillant nº 11 a une légère efficacité, les autres n'ont aucune action sur l'éclosion des œufs ou la facilitent légèrement.

II. — MESURE DE LA TENSION SUPERFICIELLE DU MÉLANGE DINITROCRÉSYLATE ET MOUILLANT

Les mouillants abaissent la tension superficielle des liquides auxquels on les ajoute. Nous avons mesuré les variations de la tension superficielle du dinitrocrésylate de soude et des mélanges dinitrocrésylates et mouillants, en comptant le nombre des gouttes données par 5 cm³ de la solution à la pipette de Duclaux. Nous avons fait cette mesure sur les solutions des produits dans l'eau distillée, et, pour quelques-uns, dans l'eau ordinaire.

Nous donnons dans le tableau II les résultats obtenus.

Tableau II

Nombre de gouttes données par les mélanges dinitrocrésylate de soude et mouillants à la pipette de Duclaux.

Produit	Nombre de gouttes	
	Eau distillée	Eau ordinaire
Dinitrocrésylate de sodium seul à 0,25 p. 100	100	100
Dinitrocrésylate de soude à 0,25 p. 100 + mouillant 1	180	
» 2	138	
» 3	153	153
» 4	160	
» 5	136	136
» 6	171	
» 7	106	137
» 8	152	
» 9	156	242
» 10	135	176
» 11	122	122

L'examen de ce tableau montre que :

a) Les pouvoirs mouillants sont très différents suivant les produits employés ;

b) Dans plusieurs cas, la présence de sels dans l'eau augmente d'une façon notable le pouvoir mouillant des mélanges. Cette remarque a déjà été faite par Pastac (3). Il ne semble pas qu'il y ait de relation simple entre la composition chimique du mouillant et sa sensibilité aux « eaux dures ».

III. — MESURE COMPARATIVE DU pH DES SOLUTIONS DE DINITROCRÉSYLATE DE SOUDE SEUL ET DU MÉLANGE DINITROCRÉSYLATE ET MOUILLANT

Il est reconnu que les œufs d'*Ephestia* ont des sensibilités différentes suivant le pH du dinitrocrésylate employé. Il nous a semblé intéressant de vérifier si l'addition de mouillants à la solution de dinitrocrésylate changeait le pH de cette dernière.

Dans trois cas, nous avons employé du dinitrocrésylate à 2 pH différents. Le tableau III résume les résultats que nous avons obtenus.

TABLEAU III

pH des solutions de dinitrocrésylate et des mélanges DNC Na plus mouillants.

ph du DNC Na	Mélange étudié :		pH du mélange
6,6	DNC Na + mouillant	1	6,6
7,2	»	»	7,0
6,6	»	2	6,6
7,2	»	»	6,6
6,6	»	3	6,6
6,6	»	4	6,6
7,2	»	4	7,2
6,6	»	5	6,6
6,6	»	6	6,6
6,6	»	7	6,6
6,6	»	8	6,6
6,6	»	9	6,6
6,6	»	10	6,6
6,6	»	11	6,6

D'une façon générale, l'addition de mouillants au dinitrocrésylate de soude est sans action sur son pH. Seul, le mouillant 2 abaisse le pH du dinitrocrésylate alcalin et le ramène à celui du dinitrocrésylate exactement neutralisé.

IV. — EFFICACITÉS COMPARÉES DU DINITROCRÉSYLATE DE SOUDE SEUL ET DES MÉLANGES DINITROCRÉSYLATE ET MOUILLANTS

Nous avons traité des œufs d'*Ephestia kühniella* par le dinitrocrésylate de soude, à des concentrations différentes et par le même dinitrocrésylate additionné du mouillant étudié. Pour chaque mouillant, les mêmes concentrations des deux solutions étaient essayées simultanément sur des œufs provenant d'un même lot. Nous avons employé la méthode de trempage. Les œufs étant recouverts du toxique employé, l'action classique du mouillant est éliminée. Si le mélange dinitrocrésylate et mouillant est plus toxique que le dinitrocrésylate seul, c'est que le mouillant augmente l'activité propre de l'ovicide. Nous

définissons l'activité des produits étudiés par leur dose léthale médiane et donnons les différentes doses léthales médianes que nous avons trouvées dans le tableau IV.

TABLEAU IV

Doses léthales médianes du dinitrocrésylate seul et avec mouillants.

Solutions		D. L. M.
DNC Na seul, pH 6,6		0,18 p. 100 environ
Le même à pH 6,6 + mouillant	1	0,18 »
»	2	0,18 »
»	3	0,18 »
»	4	0,18 »
»	5	0,18 »
»	6	0,18 »
»	7	0,18 »
»	8	0,18 »
»	9	0,18 »
»	10	0,18 »
»	11	0,18 »
DNC Na, pH 7,2		0,38 »
Le même à pH 7,2 + mouillant	2	0,19 »

L'addition de mouillants au dinitrocrésylate de soude, neutralisé sans excès de soude, de pH 6,6, n'a aucune action sur son efficacité. Si on ajoute le mouillant 2 à du dinitrocrésylate alcalin, la dose léthale médiane du mélange est sensiblement plus faible que celle du dinitrocrésylate seul, et l'efficacité du mélange devient comparable à celle du dinitrocrésylate de pH 6,6. Si on se reporte au tableau III, on voit que le mouillant 2 ramène le pH du dinitrocrésylate de 7,2 à 6,6. Il ne semble pas qu'il y ait augmentation de l'efficacité, mais simplement abaissement du pH du dinitrocrésylate alcalin à celui du dinitrocrésylate neutre. A ce moment la courbe de mortalité des œufs traités par le mélange de pH 6,6 devient comparable à celle des œufs traités par le dinitrocrésylate de même pH. Nous donnons sur le graphique suivant les courbes de

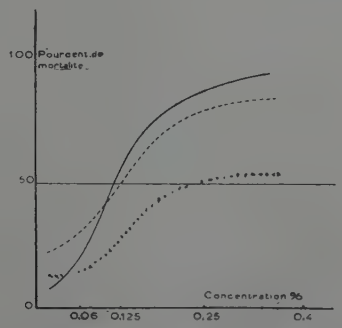


Fig. 1. — Action ovicide du dinitrocrésylate de sodium en différents milieux.

En trait plein : D.N.C. Na à pH 6,6, avec ou sans mouillant. — *En tirets* : D.N.C.-Na à pH 7,2, avec mouillant. — *En pointillé* : D.N.C.-Na à pH 7,2, sans mouillant.

mortalité des œufs d'*Ephestia kühniella*, en fonction des concentrations des solutions de dinitrocrésylates seuls de pH 6,6 et 7,2 et des concentrations des mêmes solutions, additionnées de mouillants.

CONCLUSIONS

Nous avons ajouté 11 mouillants différents à une solution de dinitrocrésylate de soude, et étudié les variations de son efficacité envers les œufs d'*Ephestia*. Nous concluons que les mouillants que nous avons étudiés ne changent pas l'efficacité du dinitrocrésylate de soude, même lorsqu'ils agissent sur la tension superficielle de la solution de ce sel.

Reçu pour publication le 15 février 1952.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) VIEL (G.) et CHANCOGNE (M.). — Etudes des actions ovicides. I Techniques d'essais. *Ann. des Epiphyties, Nelle série*, **1**, 293-306, 1950.
(2) BEAMENT (J.W.L.). — The penetration of the insect egg shells. I Penetration of the chorion of *Rhodnius Prolixus* STAL. *Bull. of Entom. Res.*, **39**, 359-383, 1948.
(3) PASTAC (I.). — Les colorants nitrés et leurs applications particulières. Journées de la lutte chimique contre les ennemis des cultures. *Chimie et industrie*, **38**, 4 *bis*, 121-132, 1937.

SUR LE RÉGIME ALIMENTAIRE DES ADULTES DE *CANTHARIS OBSCURA* L. TÉLÉPHORE NUISIBLE AUX ARBRES FRUITIERS DANS LA RÉGION DE VIC EN BIGORRE (HAUTES PYRÉNÉES)

PAR

R. ROEHRICH

Station de Zoologie agricole du Sud-Ouest, Pont-de-la-Maye (Gironde)

PLAN DU MÉMOIRE

Introduction.

I. — Régime alimentaire en plein air.

II. — Facteurs influent sur le choix de la nourriture.

III. — Influence de sexe sur la prise de nourriture.

IV. — Influence du groupement sur la prise de nourriture.

V. — Consommation comparée des fleurs de Poiriers et de Pommiers.

VI. — Conclusions.

INTRODUCTION

Dans la vallée de l'Adour, aux alentours de Vic-en-Bigorre, les fleurs des arbres fruitiers sont chaque année ravagées par un Téléphore (*Cantharis obscura* L.) (1) (1) (5) (2). Or beaucoup d'auteurs considéraient les Insectes du genre *Cantharis* comme des prédateurs plutôt utiles à l'Agriculture (11) (12) (17) (24) ; d'autres entomologistes cependant, les avaient déjà signalés comme des ennemis des plantes cultivées dans plusieurs régions, c'est ainsi que les dégâts de *C. obscura* ont été signalés en Vénétie (13) et en Vénétie Julienne (16), en Norvège (18 à 23) et en Bulgarie(3), et d'autres espèces en Bulgarie (3 et 4), aux Indes (15), au Japon (14), en Polynésie (25), en Rhodésie (10) et Colombie (6).

En plus des dégâts de *C. obscura*, nous avons d'ailleurs observé nous-même : *C. rustica*, *C. livida*, *C. fusca*, *C. pellucida* et *Rhagonycha melanura* en train de dévorer des fleurs. Toutefois, à la différence des dégâts causés par

(1) En 1950, M. Besson, du Service de la Protection des Végétaux de Toulouse a observé des dégâts analogues à Lauzerte (Tarn-et-Garonne).

C. obscura, les attaques sont de peu d'importance pratique. Au cours de séjours d'études dans la région de Vic-en-Bigorre, nous avons essayé par des observations et des expériences, de préciser le régime alimentaire de *C. obscura*.

I. — RÉGIME ALIMENTAIRE EN PLEIN AIR

A. — RÉGIME PHYTOPHAGE

Le Téléphore se nourrit aux dépens d'un grand nombre de plantes, mais plus particulièrement des fleurs d'arbres fruitiers et des pousses et fleurs de Chênes.

a) **Les Rosacées fruitières.** — Toutes les espèces de Rosacées fruitières : Pêchers, Cerisiers, Poiriers, Pommiers, Cognassiers, subissent des dégâts plus ou moins importants selon l'état de leur floraison au moment de la sortie des Téléphores.

L'organe le plus souvent dévoré est la fleur. Souvent toutes les fleurs d'un arbre sont détruites (fig. 1). L'Insecte cisaille la base des pièces florales, coupant

Fig. 1. — Téléphores dévorant des fleurs de Poirier *(cliché F. Chaboussou)*.

étamines et pistils, et parfois aussi la base des sépales et des pétales ; le centre de la fleur noircit et le fruit avorte. Souvent aussi, les Téléphores entament les pétales.

Les fleurs de Pêchers sont attaquées un peu différemment, par le côté et souvent le pistil seul est détruit. Les dégâts touchent surtout les fleurs épanouies, mais parfois, surtout pour les Pommiers, les boutons peuvent être entamés.

Les fruits sont plus rarement atteints, et seulement les jeunes Pêches lorsque la floraison des Pêchers est précoce ou lorsque la période de pullulation

des Téléphores est prolongée. Les dégâts sur fruits ont souvent été signalés à l'étranger : Abricots dans la vallée de l'Adige (13), Abricots et Coings en Bulgarie (3). Une variété locale de Pommiers, de floraison très tardive : « Le Court pendu gris » voit tous les ans ses *bourgeons* dévorés au stade D de Fleckinger, avant le dégagement des boutons. Les dégâts sont dans ce cas très rapides, une seule morsure détruisant tout un futur bouquet floral. Les bourgeons de Poirier peuvent aussi être endommagés (fig. 2).

FIG. 2. — Téléphores attaquant un bourgeon de Poirier *(cliché F. Chaboussou)*.

Enfin, et seulement en 1950, par suite d'un grand échelonnement dans les sorties du Téléphore, les *feuilles* des Poiriers elles aussi ont été broutées ; mais généralement, elles ne se développent qu'après la disparition de l'Insecte.

A l'intérieur d'une même espèce fruitière, les différentes variétés paraissent être plus ou moins sensibles aux attaques du ravageur. Ainsi, en 1951, les Red Delicious ont subi des dégâts beaucoup plus graves que les Golden Delicious ; or, cette différence ne pouvait pas être due à la situation dans le verger, les arbres de ces deux variétés étant intercalés sur la même ligne.

Il est difficile cependant de dresser une liste de sensibilités, les dates de floraison et l'emplacement des arbres conditionnant beaucoup plus le degré d'attaque que les caractères variétaux (ainsi en 1947, la variété Red Delicious dont toutes les fleurs ont été dévorées en 1951, nous avait été signalée comme très peu sensible).

Enfin, selon les variétés, l'Insecte dévore de préférence soit les pistils, soit les pétales. Ayant observé une telle différence dans un verger sur deux variétés de Poiriers non déterminées, nous avons nourri en cage d'élevage sur un bouquet floral de chacun de ces deux arbres, un même nombre de Téléphores : sur le premier, 7 pistils sur 9 furent dévorés, tandis que sur l'autre tous étaient intacts, les Insectes n'ayant mangé que les pétales.

b) **Les Chênes.** — Les Chênes abritent une population considérable de Téléphores qui dévorent bourgeons, jeunes feuilles et chatons, et coupent pétioles et pédoncules. Ces arbres constituent la principale réserve de Téléphores en dehors des cultures et constituent ainsi un danger permanent de réinfestation.

c) **Autres plantes.** — Différentes plantes : Séneçons, Choux, Gaillets, Lilas, Lupins, Groseilliers, diverses Labiées, ont leurs fleurs également visitées par les Téléphores, mais ceux-ci sont en nombre beaucoup moins important que sur les fleurs des arbres fruitiers. Les bourgeons de l'Erable et également les jeunes pousses de la Vigne peuvent aussi subir des dégâts.

B. — RÉGIME CARNIVORE

Non seulement le cannibalisme n'est pas rare (comme cela s'observe d'ailleurs souvent chez les Insectes strictement phytophages comme les Criquets) mais les Téléphores capturent aussi fréquemment d'autres insectes pour se nourrir. Ils sont d'ailleurs souvent cités comme auxiliaires précieux contre les Pucerons (11) (17) (24) et nous les avons observés dévorant les Pucerons lanigères (*Eriosoma lanigerum*) ; ils capturent aussi parfois l'Hoplocampe (*H. brevis*) sur les fleurs épanouies de Poiriers. D'autre part, de nombreux Bibions attirés sur les bourgeons de Pommiers par les exsudations produites par les morsures du Téléphore, sont souvent la proie de ces derniers. Rappelons enfin que *C. rustica* a été signalé comme ennemi des œufs du papillon *Porthesia dispar* (12). Cependant, et tout au moins pour *Cantharis obscura* L. dans la région de Vic-en-Bigorre, le régime carnivore reste une exception.

II. — FACTEURS CONDITIONNANT LE CHOIX DE LA NOURRITURE

Les essais à l'olfactomètre n'ayant pas donné de résultats positifs, nous avons placé les Insectes dans des cages, en présence d'une quantité suffisante des différentes fleurs à tester. Au bout d'un jour, nous avons contrôlé la consommation sur les différentes essences.

Mis en présence de fleurs d'*arbres fruitiers* et *d'autres fleurs* ou rameaux, les Téléphores dévorent seulement les premières.

Le tableau I donne le nombre de fleurs détruites en 24 h par un groupe de Téléphores au cours de deux essais. Les Insectes avaient à leur disposition un excès de nourriture.

TABLEAU I

Choix entre les fleurs des différents arbres fruitiers.

Dates	Poirier	Pommier	Cognassier	Cerisier
11 avril 1948	10	6	4	2
16 avril 1949	6	17	2	10

Au moment de l'expérience faite en 1949, les Poiriers commençaient à défleurir et les fleurs de Cerisiers offertes appartenaient à un Cerisier sauvage particulièrement tardif. Le tableau montre donc que le choix entre les différentes espèces d'arbres fruitiers dépend de leur état de floraison.

Dans une seconde expérience, nous avons comparé deux variétés de Pommiers. Nous donnons dans le tableau II, la consommation en 2 jours de 15 Insectes enfermés en présence de deux bouquets floraux : l'un de fleurs très attaquées dans la nature (Red delicious) et l'autre de fleurs peu attaquées (Golden delicious).

TABLEAU II

Consommation comparée sur fleurs de pommier

Variété	Sépales	Pétales	Étamines	Pistils
Red delicious.....	4	6	45	5
Golden delicious	0	6	17	3

Le choix paraît, dans ces essais de laboratoire, un peu moins net que dans les conditions naturelles.

Les deux variétés étaient exactement au même stade phénologique : début de la pleine floraison.

Nous avons enfin comparé des fleurs provenant d'un même arbre, mais à différents stades phénologiques. Nous avons effectué deux séries d'essais : dans les premières, nous offrions en compétition aux Insectes des fleurs des différents stades et dans les autres, nous leur imposions des fleurs toutes du même stade. Les résultats sont donnés dans le tableau III.

TABLEAU III

Influence du stade phénologique des fleurs sur le choix du téléphore.

Stade phénologique de Fleckinger		Morsures effectuées				
		E	F	Début G	G-H	I
Poirier 18 avril	fleurs en compétition	1/2 pétale	3 sépales 4 1/2 pétales 15 étamines 2 pistils	1 sépale 1 pétale	»	0
	fleurs imposées	1 pétale	4 sépales 4 pétales 10 étamines 1 pistil	8 sépales 15 étamines 1 pistil	»	0
Pommier 24 avril	fleurs en compétition	0	7 étamines 1 pistil		1/2 pétale 5 étamines	»
	fleurs imposées	0	1/4 pétale 30 étamines 2 pistils	5 sépales 30 étamines 4 pistils	1 4 pétale	»

Les préférences de l'Insecte restent nettement les mêmes si les aliments à comparer sont offerts isolément ou en compétition. Dans les deux cas les *Téléphores préfèrent donc les fleurs épanouies.* Ceci n'exclut pas que dans la nature, les boutons floraux sont parfois détruits, mais l'activité des Insectes en liberté est nettement supérieure à celle des Insectes gardés en cage.

III. — INFLUENCE DU SEXE SUR LA PRISE DE NOURRITURE

Ayant rarement observé sur les arbres fruitiers, des mâles en train de se nourrir, nous avons été amenés à étudier séparément la consommation des deux sexes (tableau IV).

TABLEAU IV

Consommation journalière par Insecte des mâles et des femelles groupés
(groupe de 15 insectes)

	Pétales	Étamines	Pistils
Mâles	0,11	0	0,01
Femelles	0,38	1,7	0,16
Rapport	3	∞	16

La consommation des femelles est donc beaucoup plus considérable, et porte surtout sur les organes reproducteurs des fleurs. Les mâles se nourrissent très peu et presque uniquement au dépens des pétales.

IV. — INFLUENCE DU GROUPEMENT SUR LA PRISE DE NOURRITURE

Nous avons élevé à part des couples isolés (7 en 1949 et 20 en 1951) et des groupes de 10 couples.

La consommation totale d'un couple en 1951 est donnée par le tableau V pour une période de 16 jours, durée de vie moyenne des adultes.

TABLEAU V

Consommation totale d'un couple

Organe de la fleur	Couple Isolé	Couple faisant partie d'un groupe	Rapport
Sépales	3,6	5,5	1,39
Pétales	1,8	8	4,45
Étamines	18	35	1,95
Pistils	3,2	4,2	1,31

Ces rapports indiquent une consommation accrue sous l'action de l'effet de groupe.

TABLEAU VI

Coefficients d'accroissement de la consommation due à l'effet de groupe

Dates	Nourriture	Sépales	Pétales	Étamine	Pistils
1951 : 10-14 avril	Poirier	1,36	6,15	1,48	1,04
1951 : 15-19 avril	Poirier	2,07	4,22	2,05	1,56
1951 : 20-24 avril	Pommier	2	2,82	1,86	1,92
1949 : 16-21 avril	Pommier	»	2,68	2,05	2,16

L'augmentation de consommation, due à l'effet de groupe, apparaît moins importante pour les Insectes immatures (1ère dates du tableau) que pour les insectes plus âgés (3e et 4e dates) surtout pour les pistils. En effet, les Téléphores groupés gardent pendant toute leur vie l'appétit des immatures tandis que les isolés s'alimentent de moins en moins après leurs premiers repas.

TABLEAU VII

Consommation journalière par couple en pistils, au cours de la vie imaginale.

	10-14 avril	15-19 avril	20-24 avril
Couples isolés	0,22	0,18	0,13
Insectes groupés	0,23	0,28	0,25
Température moyenne	9°C	15°C	14°C

Ce phénomène d'accroissement de l'alimentation est bien *un effet de groupe* (défini par GRASSÉ et CHAUVIN (7) comme étant une modification de la physiologie due au rassemblement). Nous ne pouvons pas le caractériser par le « coefficient d'effet de groupe » de GRISON (8), celui-ci s'appliquant seulement aux animaux en période de croissance, mais l'accroissement de consommation dûe au groupe est comparable à celui observé par GRISON, SYLVESTRE DE SACY, et GALICHET (9) chez les chenilles de Processionnaire du Pin (*Thaumaetopoea pityocampa* SCHIFF.) : 1,6 à 1,8.

V. — CONSOMMATION COMPARÉE DES FLEURS DE POIRIERS ET DE POMMIERS

Nous avons comparé au cours de la pullulation de 1951, la consommation sur fleurs de Poiriers et de Pommiers. Cependant par suite de la floraison non simultanée de ces deux espèces, les stades phénologiques des deux plantes n'étaient pas comparables : au début des expériences, nous offrions aux Insectes, des fleurs de Pommiers à peine épanouies, et à la fin les fleurs de Poiriers commençaient à perdre leurs pétales.

Nous pouvons déduire du tableau VIII les constatations suivantes :

1° Au début, les Téléphores épargnent les fleurs de Pommiers non épanouies sauf les pétales.

2° Les sépales des Pommiers sont assez rarement coupés.

3° Lorsque les Poiriers défleurissent, la consommation baisse et seuls les sépales sont mangés.

TABLEAU VIII

Consommation journalière moyenne d'un couple sur Poirier et Pommier.
(Élevage en groupe)

Dates	Poirier				Pommier				Rapport poirier/pommier			
	sépal.	pétal.	étam.	pist.	sépal.	pétal.	étam.	pist.	sépal.	pétal.	étam.	pist.
9-14 avril	0,58	0,57	1,3	0,16	0	0,58	0,2	0	0	1,02	0,15	0
14-20 avril	0,33	0,48	1,0	0,25	0,09	0,61	1,5	0,07	0,27	1,27	1,5	0,28
20-26 avril	0,11	0,01	0,2	0	0,16	0,14	3,1	0,28	1,47	14,00	15,5	∞

Au cours de tous ces essais d'alimentation, les Insectes bien que privés de nourriture animale, ont déposé des pontes normales chaque fois qu'ils avaient à leur disposition de la terre suffisamment humide mais sans excès d'eau. Le régime végétarien paraît donc suffisant pour amener la ponte.

VI. — CONCLUSIONS

1° *Cantharis obscura* L. à Vic-en-Bigorre a un régime mixte mais à forte prédominance phytophage.

2° Ce régime n'est pas spécialisé, différentes plantes sont attaquées, mais surtout les fleurs de Rosacées et les pousses et chatons de Chênes.

3° La consommation des mâles est très faible par rapport à celle des femelles.

4° Le groupement accroît la prise de nourriture : assez peu au moment de l'apparition sur les arbres (sauf pour les pétales), mais beaucoup quelques jours après, la consommation des Insectes isolés diminuant beaucoup plus rapidement que celle des Insectes groupés.

5° L'intensité de consommation dépend du stade phénologique des fleurs attaquées, les fleurs épanouies subissant des attaques bien plus fortes.

6° Les Insectes privés de nourriture animale pondent normalement et leurs œufs sont féconds.

Reçu pour publication le 23 février 1952.

BIBLIOGRAPHIE

(1) Besson (J.), Moutous (G.), Roehrich (R.) et Mme. — Essais insecticides contre les Téléphores de Vic-en-Bigorre (*Cantharis obscura* L.). *C. R. Ac. Agr.* **37**, 84-88, Paris, 1951.

(2) Besson (J.), Scala (A.). — Observations sur *Cantharis obscura* L., nuisibles aux arbres fruitiers dans la région de Vic-en-Bigorre et essais de lutte contre cet Insecte. *C. R. Ac. Agr.* **34**, 306-312, Paris 1948.

(3) Chorbadzhiev (P.). — Materialen über die schädilnchen Insecten und der Kulturpflazen in Bulgarien. *Mitt. Bulg. Ent. Ges*, **10**, 55-72, Sofia 1939. (In *Rev. of Appl. Ent.*, 1940, p. 58).

(4) Dryenski (P.). — Krankheiten und Scädlinge der Getreidepflanzen in Bullgarien. *Med.*, 8 *vo*,54, Sofia 1930 (*in Rev. of Appl. Ent.*, 490-491, 1935).

(5) Feytaud J.), Chaboussou (F.). — A propos des dégâts causés par *Cantharis obscura* L. sur les fleurs des arbres fruitiers. *C. R. Ac. Agr.*, **25**, 580-584, Paris 1939)

(6) Figuersa (J.). — Culriva del Trebel. *Rev. Agr*-5(Bogota 1919 (*in Rev. of Appl. Ent.* 1921, 207).

(7) Grassé (P. P.) et Chauvin (R.). — L'effet de groupe et la survie des neutres dans les sociétés d'Insectes. *Rev. Scient.*, **82**, 461-464, Paris 1944.

(8) Grison (P.). — Effet du groupement sur la croissance des chenilles de Bombyx Culbrua (*Euproctis phaeorrhea* Don *Lep Liparidae*). *Bull. Soc. Biol.*, **142**, 610-612, Paris 1948.

(9) Grison (P.), Sylvestre de Sacy et Galichet (P. F.). — La Processionnaire du Pin (*Thaumaetopoea pityocampa* Schiff.). Mœurs, dégâts, moyens de lutte. *Rev. Zool. Agr. Appl.*, **50**, 1-9, Bordeaux 1951.

(10) Jack (R. W.). — The report of the chief Entomologist for the year ending 31 st décember 1934. *Agricultural Rhod. Agr.*, 32, 558-566, Salibury 1935 (*in Rev. of Appl. Ent.*, 1935, 190).

(11) Ksenjopolsky. — A review of the pests in Volhynia and report on the work of the Volhynia entomological bureau for 1914. *Zemstov of the govt of Volhynia* Jitomir 1915 (*in Rev. of Appl., Ent.*, 1915, 606).

12) Langheffer (A.). — Gubar i sušenje našik krastovik šuma. *Annales pro experimentis, forestris I*, 150-233, Zagreb 1926 (*in Rev. of Appl. Ent.*, 1927, 110).

(13) Malenotti (E.). — Nemici poco noti del frutteto. Le False Luciole. *Note di frutticulture* nº 6, 10, Pistoia, 1927.

(14) Noguski (P.) et Kawada (K.). — New insects pests of *Citrus* collected in 1930-31. *J. Plant. Prot.*, **19**, 510-512, Tokyo 1932 (*in Rev. of Appl. Ent.*, 1933, 147).

(15) Ramakishna Aygar (T. P.). — Shorts notes on some South Indian Insects. *Rep. Proc. 5 th Ent. meeting Pasa february* 1923, Calcutta 1924 (*in Rev. of Appl. Ent.*, 1924, p. 386).

(16) Ripper (M.). — Bericht über die Tätigkeit der k. k. landwirtschaft chemischen Versuchsstation in Görz im Jahre 1914. *Zeitschr. f. d. landw. Versuchswissen in Oester*, **18**, 203-242, Vienne 1915 (*in Rev. of Appl. Ent.*, 1917).

(17) Schenk (P. J.). — Vijanden von Bladlinzen. *Tijdschr. over Plantenzickten Wageningen*, 23, 37-45, Bijblad 1917, (*in Rev. of Appl. Ent.*, 1918, p. 136).

(18) Schoyen (T. H.). — Beretning om Skade insekteoch Plantensygdommer i Land og havebruket 1913, 31-38, Kristiana 1914 (*in Rev. of Appl. Ent.* 1915, 107).

(19) Schoyen (T. H.). — Comme ci-dessus 1915, 37-97 Kristiana 1916 (*in Rev. of Appl. Ent.* 1916, 502).

(20) Shoyen (T. H.). — Id. 1918, 71, Kristiana 1919 (*in Rev. Appl. Ent.* 1919, 540).

(21) Shoyen (T. H.). — Id. 1926, 31, Oslo 1926 (*in Rev. Appl. Ent.* 1927, 236).

(22) Schoyen (T. H.). — Id., 1930-33 (*in Rev. Appl. Ent.* 1934, 718).

(23) Schoyen (T. H.). — Beretning over Plantensygdommer i Norge 1916. *Saertryk ur Landbruksdirecktörens Aarsteretning for* 1916, 37-87, Kristiana 1917 (*in Rev. Appl. Ent.* 1918, 285).

(24) Whitcomb (W. D.). A new beneficial Beetle in Massachussets. *J. Econ. Ent.*, **21**, 937-938, Geneva N. Y., 1928.

(25) Zacher. — Notizen über Schëdlinge tropischer Kulturen. *Tropenpflanzen*, **17**, 131-144, 1913 (*in Rev. Appl. Ent.* 1913, 349).

SUR L'EFFET APHICIDE DE CERTAINS TRAITEMENTS CONTRE LE POU DE SAN JOSÉ (*QUADRASPIDIOTUS PERNICIOSUS* COMST.)

PAR

R. VASSEUR, D. SCHVESTER et H. BIANCHI

Laboratoire du Pou de San-José, Saint-Genis-Laval (Rhône)

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.

II. — Essais contre les pucerons mauves ou cendrés du Poirier (*Dentatus* sp.).

III. — Essais sur le puceron vert du Pommier (*Aphis pomi* DEGEER).

IV. — Essais sur le puceron noir du pêcher (*Anuraphis persicae niger* SMITH).

V. — Essais sur *Hyalopterus arundinis* F. et *Myzus persicae*. SULZ.

VI. — Conclusions générales.

Résumé.

I. — INTRODUCTION

Les recherches de ces dernières années sur le Pou de San-José, ont abouti à la mise au point de formules et de procédés de traitement donnant toute satisfaction. Toutefois, ces traitements constituent dans beaucoup de cas une charge nouvelle pour l'arboriculteur et c'est pourquoi il a paru utile de connaître la répercussion possible des diverses formules préconisées contre le Pou de San-José et, éventuellement, les autres Cochenilles Diaspines, sur les pullulations d'Aphides, afin de pouvoir, le cas échéant, faire des traitements polyvalents permettant aux praticiens une appréciable économie de temps et de moyens.

Rappelons d'abord les principales formules pouvant être utilisées contre le Pou de San-José et leur efficacité contre cet insecte.

1° Huiles de pétrole « blanches » en traitement d'hiver à la dose de 3 p. 100, donnant une mortalité de l'ordre de 99 à 100 p. 100.

2° Huiles de pétrole « jaunes » contenant en général 2,5 p. 100 de dinitro-

orthocrésol, donnant à la dose de 2 p. 100 en fin d'hiver une mortalité de l'ordre de 99-100 p. 100.

3° Huiles de pétroles « blanches « à 1 p. 100 additionnées de dichlorodiphényltrichloréthane (D.D.T.) à raison de 1 p. 1 000 de matière active, formule donnant en traitement post-hivernal ou en traitement d'été une mortalité de l'ordre de 95-98 p. 100.

Nous avons donc essayé, suivant les circonstances, une ou plusieurs de ces trois formules, sous forme de produits du commerce ordinaires, sur les espèces suivantes d'Aphides qui, toutes sont des parasites assez graves et fréquemment nuisibles dans les vergers où le Pou de San-José existe également :

Dentatus sp., Pucerons cendrés ou mauves du Poirier.

Aphis pomi DEGEER, Puceron vert du Pommier.

Myzus persicae SULZ., Puceron gris du Pêcher.

Hyalopterus arundinis F., Puceron vert farineux du Pêcher.

Anuraphis persicae-niger SMITH, Puceron noir du Pêcher.

Pour nos expériences qui ont toujours été faites à un moment correspondant à celui du traitement contre le Pou de San-José, nous avons utilisé la technique efficace contre cet Insecte, c'est-à-dire en procédant à une pulvérisation abondante, jusqu'à ruissellement du liquide sur toutes les parties du végétal. Comme appareil nous nous sommes servi d'un pulvérisateur à dos ordinaire donnant une pression de l'ordre de 3 à 4 kg. Les produits et doses étaient également ceux utilisés contre le Pou de San-José sauf dans quelques cas où l'application d'une autre formule pouvait servir de comparaison et contribuer à l'interprétation des résultats au point de vue toxicologique.

II. — ESSAIS CONTRE LES PUCERONS MAUVES OU CENDRÉS DU POIRIER (*Dentatus* sp)

Les Pucerons de ce groupe comprennent plusieurs espèces dont la biologie n'est encore que très imparfaitement connue. Ils causent régulièrement d'assez importants dégâts aux plantations de Poiriers dans la région lyonnaise, surtout en années humides et pluvieuses et les premières colonies apparaissent généralement vers le début du mois de mai. Les attaques se portent sur les jeunes pousses dont les feuilles infestées sur leur face inférieure s'enroulent et se décolorent. Lorsque les attaques sont importantes elles ont comme effet un ralentissement sensible de la croissance du végétal, fait qui peut être facilement constaté par la comparaison en automne de la puissance et de la longueur des pousses de l'année sur les arbres ayant et n'ayant pas subi d'attaques du parasite dans le courant de la saison (fig. 1 et 2).

La lutte chimique durant la période de végétation est difficile et peu efficace, car les insectes protégés par les feuilles enroulées ne sont que peu atteints par le jet de l'insecticide et pour obtenir un résultat satisfaisant il est nécessaire

de répéter le traitement plusieurs fois. Souvent les arboriculteurs procèdent à l'ablation et à l'incinération des pousses atteintes, mais cette technique, qui comporte une mutilation très importante des arbres, ne leur assure quand même pas une protection suffisante.

Des constatations indirectes (faites à la suite de traitements au gaz cyanhydrique) nous ont confirmé que les formes hivernantes de ces insectes (œufs d'hiver) se trouvent bien sur les Poiriers mêmes et que leur destruction est suffisante pour protéger ces végétaux, la propagation par les formes printanières et estivales n'ayant visiblement qu'un rôle secondaire pour l'importance des dégâts. Nous avons jugé intéressant de voir dans quelle mesure un produit pour traitement d'hiver, avant tout coccicide, mais ayant aussi de bonnes propriétés ovicides, en l'occurrence une « huile jaune » (émulsion d'huile de pétrole additionnée de dinitroorthocrésol) pouvait contribuer à la limitation des dommages causés par les *Dentatus*.

Les essais furent faits le 24 février 1949 à Saint-Genis-Laval dans une plantation de Poiriers *William* de 12 à 15 ans d'âge où une forte infestation par les *Dentatus* avait été constatée l'année précédente. Ils portèrent sur 9 rangées de 15 à 20 arbres chacune, dont les première, quatrième et septième furent traitées avec 1 p. 100 d'une émulsion d'huile jaune comprenant 75 p. 100 d'huile de pétrole et 2,5 p. 100 de D.N.O.C., les rangées 2, 5 et 8 avec 2 p. 100 du même produit et les rangées 3, 6 et 9 à la dose de 3 p. 100. Dans chaque rangée un arbre non traité fut réservé comme témoin. Pour ces traitements, les conditions étaient favorables, temps calme, température de l'ordre de 12 à 14°. Il n'y eut pas de pluie le jour de traitement et les deux jours suivants.

Résultats constatés. — Les premières colonies de Pucerons cendrés sur Poiriers furent observées en 1949 au début du mois de mai. Le 6 juin on pouvait voir déjà d'assez nombreuses attaques avec enroulement et dépigmentation caractéristique des feuilles. Une première inspection de la parcelle expérimentale faite ce même jour permit de constater que dans les rangées traitées à 1 p. 100 les poiriers avaient un certain nombre de pousses atteintes, quoique sensiblement moindre que sur les témoins, alors que dans les rangées traitées à 2 et à 3 p. 100 il n'y en avait presque pas. Un autre fait caractéristique put être observé en même temps : la plupart des témoins non traités présentaient des signes d'attaque plus ou moins forte du Phytopte du Poirier (*Eriophyes piri* Pagst) tandis qu'il n'y en avait que peu là, où le traitement avait été fait à la dose de 1 p. 100 et pratiquement pas sur les arbres traités à 2 et 3 p. 100.

Le 14 mai, c'est-à-dire à un moment où dans la plupart des plantations l'infestation s'était généralisée et les dégâts étaient devenus très apparents, nous avons procédé à une prospection détaillée du verger ayant servi pour les essais en notant exactement, arbre par arbre, le nombre des pousses atteintes par les Pucerons, ainsi que, le cas échéant, la présence d'autres parasites. Les résultats de cette prospection (voir tableau I) montrent que tous les 9 poiriers

TABLEAU I

Résultats des traitements contre les Pucerons cendrés du Poirier (Dentatus sp.) faits à Saint-Genis-Laval le 24 février 1949 avec des huiles jaunes (71 p. 100 d'huile de pétrole et 2,5 p. 100 de dinitroorthocrésol) à différentes concentrations.

N° des lots	dose	Nombre d'arbres traités	Infestation des témoins. Nombre de colonies par arbre	Parcelle traitée Nombre d'arbres		Degré d'infectation. Nombre de colonies par arbre	Infectation moyenne du lot traité
				indemnes	infestés		
a) Constatations des résultats le 14 mai 1949							
I rangées : 1,4 et 7	1 p. 100	54	40, 10, 2 moyenne *17,3*	42	12	10, 10, 8, 6, 5, 3 3, 2, 2, 1, 1, 1 total 52 moyenne *4,3*	*0,96*
II rangées : 2,5 et 8	2 p. 100	51	15, 12, 10 moyenne *12,3*	50	1	3 total 3 moyenne 3,0	*0,06*
III rangées : 3,6 et 9	3 p. 100	51	20, 13, 10 moyenne *14,3*	51	0	0	0,0

b) Efficacité du traitement par rapport aux témoins

dose	efficacité
1 p. 100	*94,5*
2 "	*99,5*
3 "	*100,0*

Remarques : Sur tous les témoins non traités assez fortes attaques de Phytopte du Poirier *(Eriophyes piri)* alors qu'elles n'étaient que très faibles sur le lot traité à 1 p. 100 et pratiquement nulles dans les lots traités à 2 et 3 p. 100.

témoins étaient infestés par les *Dentatus* et avaient par sujet un nombre de pousses atteintes variant de 2 à 40 avec 14-15 en moyenne. Sur les 54 arbres traités à 1 p. 100 d'huile jaune, 12 présentaient des pousses attaquées, en nombre allant de 1 à 10, en moyenne 4-5. Parmi les 51 arbres traités à 2 p. 100, un seul était infesté par 3 colonies de Pucerons alors que les 51 arbres traités à 3 p. 100 étaient absolument indemnes. Les constatations faites 8 jours plus tôt concernant l'absence d'attaques de Phytopte sur les Poiriers traités aux deux doses supérieures se trouvèrent confirmées aussi par ce dernier examen.

Les jours suivants, l'infestation s'est légèrement étendue en partant des arbres des rangées traitées à 1 p. 100 et des témoins, de sorte que quelques colonies de Pucerons apparurent sur les arbres voisins, mais une seule pulvérisation aphicide (S.N.P.) faite par le propriétaire lui-même fut suffisante pour enrayer complètement les dégâts.

Il apparaît, par conséquent, que si la dose de 1 p. 100 d'huile jaune s'est

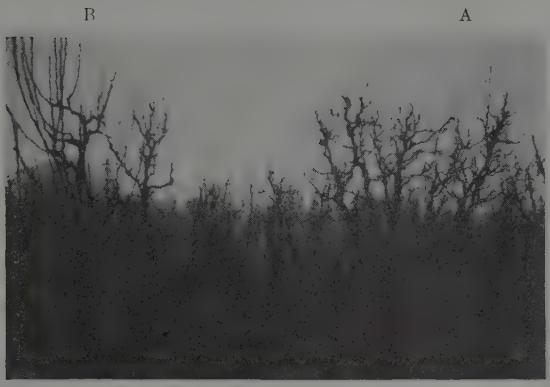


FIG. 1.

FIG. 2.

A. Poiriers ayant subi l'année précédente de fortes attaques des *Dentatus*.. — B. Poiriers indemnes. (Remarquer la différence de longueur des pousses de l'année.) St-Genis-Laval, janvier 1949.

montrée insuffisante, celle de 2 p. 100 a permis d'obtenir une efficacité très satisfaisante (de l'ordre de 94 p. 100 en ne tenant compte que des arbres infestés, et de 99 p. 100 pour l'ensemble de la plantation), alors que la dose de 3 p. 100 a donné une destruction complète du parasite.

Cette constatation se trouve confirmée par le fait que dans un verger de Poiriers appartenant au même propriétaire, où celui-ci avait procédé à un traitement aux huiles jaunes à 1,5 p. 100, une amélioration très nette au point de vue infestation par les *Dentatus* a pu être observée comparativement aux rangées non traitées, laissées comme témoins. Par ailleurs, aussi bien en 1949 qu'en 1950, de nombreux arboriculteurs de la région nous ont signalé que les traitements aux huiles jaunes, faits généralement à la dose de 2 p. 100, ont été satisfaisants au point de vue de la destruction des Pucerons cendrés.

Toutefois, il est à noter que les deux années 1949 et 1950, particulièrement chaudes et sèches, n'étaient pas de ce fait favorables à la pullulation des Pucerons. Dans des conditions plus propices à leur multiplication, la faible proportion des insectes survivant aux traitements à 1,5-2 p. 100 peut être suffisante pour amener une infestation importante. Ainsi, en 1951, année très humide et pluvieuse à son début, nous avons pu observer des dégâts assez graves là, où le traitement en hiver avait été fait avec 2 p. 100 d'huile jaune. Par conséquent dans les plantations régulièrement et à un degré élevé infestées par les *Dentatus*, la dose de 3 p. 100 est à recommander.

III. — ESSAIS SUR LE PUCERON VERT DU POMMIER (*Aphis pomi DEGEER*)

Nous avons tenté d'atteindre cette espèce à l'aide de formules de traitement d'hiver, cherchant par là à détruire non le Puceron lui-même, mais les œufs que les femelles déposent en grand nombre sur les rameaux du Pommier, en automne.

A cet effet nous avons comparé les formules d'hiver (1) et (2), huiles blanches à 3 p. 100 et huiles jaunes à 2 p. 100 (ce qui donne une concentration de D. N. O. C. de 0,05 p. 100) à une troisième bouillie contenant 0,025 p. 100 de D. N. O. C., formule proprement ovicide, souvent utilisée en traitement d'hiver, mais ne donnant sur le Pou de San-José qu'une mortalité de l'ordre de 50 p. 100.

Deux essais successifs furent faits, l'un le 1er février 1950, le second le 7 mars 1950, sur Pommiers fortement infestés.

Pour le contrôle de l'efficacité nous avons procédé de la façon suivante : les comptages furent faits les 20 et 21 mars, alors que les premières éclosions avaient été observées le 17. Les œufs vivants renfermaient alors un embryon presque au terme de son développement, coloré nettement en vert et très facile à extraire de son enveloppe d'un simple coup d'aiguille fine, tandis que les

œufs morts, à moins qu'ils ne soient déjà desséchés et racornis, ne contiennent généralement qu'une masse fluide généralement colorée en brun-jaune. La distinction est donc très facile et très rapide à la loupe binoculaire. Ont en outre été comptés pour vivants les œufs déjà éclos et les œufs douteux, d'ailleurs très peu nombreux. Les résultats de ces comptages sont résumés dans le tableau II.

TABLEAU II

Action d'insecticides divers sur les œufs du Puceron vert du Pommier (*Aphis pomi* DEGEER). Tassin, 1950. Comptages des 21-23 mars.

Produit et dose	Date du traitement	Nombre d'œufs			Mortalité pour 100	Effic. Abbott. pour 100
		Vivants	Morts	Total		
D. N. O. C.	1/II 1950	8	264	272	97	96,5
0,025 pour 100	7/III 1950	0	300	300	100	100,0
Huile jaune	1/II 1950	7	277	284	97,5	96,9
2 pour 100	7/III 1950	4	270	274	98,5	98,1
Huile blanche	1/II 1950	226	96	322	29,8	13,9
3 pour 100	7/III 1950	143	113	256	44,1	31,4
Témoin	—	217	49	266	18,4	—

Cette expérience nous permet de conclure à une efficacité insuffisante comme ovicide des huiles de pétrole blanches à la dose normalement employée pour détruire le Pou de San-José, mais, par contre, à une efficacité très satisfaisante des huiles jaunes, se rapprochant de celle donnée par le D. N. O. C. seul.

On constate d'autre part, que pour les trois formules, l'efficacité est plus grande dans le traitement le plus tardif ; ce fait est à rapprocher de faits analogues constatés sur le Pou de San-José. Il y a donc un avantage certain à effectuer les traitements coccicides avec des huiles additionnées de colorants organiques qui leur confèrent un pouvoir ovicide très satisfaisant, et à les effectuer le plus tard possible, toutefois, toujours avant le débourrement.

IV. — ESSAIS SUR LE PUCERON NOIR DU PECHER

(*Anuraphis persicæ niger SMITH*)

Cette espèce hiverne sur son hôte à l'état adulte, généralement sur les racines et les fondatrices (1) remontent sur les rameaux dès les premiers beaux jours. En 1950, elles apparurent au début de mars à Saint-Genis-Laval et en 1951, dès le 20 février. Nous avons observé que les pêchers francs sont attaqués

(1) Plus exactement les femelles adultes ayant hiverné sur les racines.

habituellement de façon bien plus précoce et qu'il n'est pas rare de les trouver déjà littéralement couverts de Pucerons alors que les arbres greffés sont encore presque indemnes. Ceci peut donner au praticien une indication sur la date du traitement qu'il y a intérêt, notait déjà PAILLOT, à effectuer bien avant la généralisation de l'infestation, bien plus tôt donc qu'on ne le fait généralement.

Etant donné qu'à cette époque de l'année l'état du végétal ne permettrait pas sans risques de brûlures, l'emploi de colorants, et étant donné d'autre part, qu'il s'agissait d'atteindre non plus des œufs, mais des adultes, nous avons tenté de détruire ce Puceron à l'aide du D. D. T., qui avait déjà donné des résultats satisfaisants en Australie. Nous avons employé une bouillie contenant 1 p. 1 000 de matière active D. D. T. et 1 p. 100 d'huile blanche d'été, formule qui constitue un excellent mode de traitement post-hivernal contre le Pou de San-José puisque son efficacité contre cet insecte est de l'ordre de 96 p. 100. L'huile blanche a en outre l'avantage d'augmenter l'efficacité du D. D. T. et sa durée d'action, ce qui est appréciable étant donné l'échelonnement des remontées des fondatrices.

Nous avons opéré au printemps 1950, dans une pêcheraie qui, l'année précédente avait été fortement infestée.

Dans une première expérience, une parcelle de 73 arbres, avec comme témoin une autre parcelle de 78 arbres, de variété, il est vrai différente, fut pulvérisée avec cette bouillie à la date du 10 mars 1950. L'état de ces arbres pouvait se résumer de la façon suivante le 6 avril suivant :

TABLEAU III

Degré d'infestation des sujets et nombre d'arbres attaqués

	0	+	++	+++	++++
traités 73.....	56	14	2	1	0
témoins 78.....	14	24	27	10	3

0 = arbres non infestés
\+ attaques bénignes : 1 à 5 insectes ou colonies peu importantes
++ attaques plus importantes : 5 à 20 colonies d'importance variable
+++ attaques commençant à se généraliser : rameaux entièrement recouverts
++++ attaques très généralisées avec importante production de miellat

On peut donc conclure à une efficacité appréciable de cette formule contre le Puceron noir du Pêcher. Nous avons d'ailleurs pu noter au cours de cette expérience un effet de choc considérable de cette bouillie puisque deux jeunes pêchers francs qui se trouvaient au moment du traitement infestés à un point tel que les rameaux en étaient entièrement recouverts, se trouvaient dès le 13 mars à peu près débarrassés : à peine quelques insectes présentaient-ils encore de faibles mouvements, et par la suite ces deux sujets ne furent pas réinfestés.

Dans une seconde expérimentation nous avons cherché à comparer l'effi-

cacité de notre formule au D. D. T. à celle d'un mélange proprement aphicide, contenant du thiophosphate de diéthyle et de paranitrophényle (S. N. P.) dans la proportion de 1 p. 10.000, dose généralement utilisée contre ce Puceron et considérée comme suffisante, mais d'une efficacité à peu près nulle contre les Cochenilles Diaspines.

La pulvérisation portant surtout sur le tronc et les branches principales, fut effectuée à la date du 10 mars, dans une parcelle de 90 arbres répartis en 6 rangs, en alternant dans les rangs les arbres traités et les arbres témoins.

Nous avons eu finalement : 31 arbres traités au mélange D. D. T. + huiles blanches ; 29 arbres traités au S. N. P. ; 30 arbres témoins non traités.

Trois examens rapides furent effectués par la suite, les 13, 15 et 22 mars, suivis d'examens plus détaillés le 29 mars et les 6 et 15 avril.

Le 13 mars, on notait la présence sous presque tous les arbres traités de fondatrices mortes, tandis que sur les témoins on pouvait déjà relever l'établissement de petites colonies.

Le 15 mars on ne notait guère sur quelques-uns des arbres traités que la présence de quelques femelles isolées.

Le 22 mars, on pouvait noter l'établissement de petites colonies sur 5 des arbres traités au S. N. P., deux colonies peu importantes sur un arbre traité au D. D. T. et une sur un autre.

Les examens détaillés effectués à partir du 29 mars sont résumés dans le tableau suivant :

TABLEAU IV

Infestation	traitement au D. D. T 31 arbres			traitement au S. N. P. 29 arbres			Témoins 30 arbres		
	29/III	6/IV	15/IV	29/III	6/IV	15/IV	29/III	6/IV	15/IV
0	16	15	15	11	4	11	4	1	14
+	12	15	15	14	16	15	14	16	9
++	3	1	1	4	9	2	9	8	6
+++	0	0	0	0	0	1	3	5	1

On voit que les arbres traités n'ont été l'objet que d'attaques bénignes et que le D. D. T. a offert une protection au moins aussi efficace que celle du S. N. P., et peut être un peu plus prolongée. (fig. 3 et 4.)

On constate en outre une régression générale de l'infestation à compter du 15 avril et ceci même sur les témoins non traités. Nous pensons pouvoir attribuer ce phénomène, en partie tout au moins, à l'action des prédateurs, principalement des Coccinellides (*Coccinella septempunctata* entre autres) qui se montrèrent particulièrement abondants cette année-là et qui intervinrent à la faveur des journées chaudes d'avril. Les traitements faits à une date de beaucoup antérieure ne gênèrent en rien leur action et elles se répartirent aussi bien

FIG. 3. Action du mélange huile blanche + DDT sur *Anuraphis persicae*. Pêcher traité le 10 mars 1950.

FIG. 4. Témoin non-traité. St-Genis-Laval mai 1950.

sur les arbres traités que sur les témoins. Ce fait que nous signalons sans y attacher une importance pratique exagérée, car les pullulations des Coccinelles sont loin d'être toujours aussi abondantes et aussi précoces, pourrait cependant constituer un argument de plus en faveur de la précocité des traitements contre *Anuraphis persicae*.

V. — *ESSAIS SUR Hyalopterus arundinis* F. *et Myzus persicæ* SULZ

Nous avons réuni ces deux espèces car elles hivernent toutes deux à l'état d'œuf sur leur hôte primaire, le Pêcher, et nous avons tenté simultanément de détruire ces œufs à l'aide des huiles de pétrole « jaunes » à la dose de 2 p. 100.

Des essais furent donc faits le 5 mars 1951 avec les huiles jaunes à 2 p. 100, sur une rangée de 20 Pêchers dont un certain nombre avaient été gravement attaqués l'année précédente par *H. arundinis* et la majorité par *M. persicae*. Ces arbres furent répartis par groupe de 4, et 3 de ces groupes, séparés par les deux autres, servant de témoins, furent traités aux huiles jaunes à 2 p. 100.

Les observations suivantes furent faites le 21 mai 1951, lors des premières sorties de *H arundinis, M persicae* ayant quant à lui fait son apparition depuis un certain temps déjà.

Trois sur huit des témoins étaient attaqués par *H. arundinis*, respectivement par 1, 7 et 4 colonies, tandis qu'un seul des 12 arbres traités portait 3 colo-

nies ; il est à noter que ce sujet est précisément celui qui, l'année précédente, avait eu la plus forte infestation.

Sept sur huit des témoins avaient été attaqués par *M. persicae*, portant respectivement 2, 5, 8 et 10 colonies ou plus. Sur aucun des arbres traités on ne put relever la présence de *Myzus*.

A ces constatations viennent s'ajouter les suivantes : le verger de pêchers d'un arboriculteur de Chasselay (Rhône) infesté par *H. arundinis* en 1949 et traité aux huiles jaunes en mars 1950, n'était pas encore contaminé à la date du 9 juin, 1950, alors que les pêcheraies environnantes l'étaient.

Le verger d'un arboriculteur de Saint-Genis-Laval, dans lequel nous avions en 1950, relevé de très nombreuses déformations dues à *M. persicae*, traité aux huiles jaunes en mars 1951, était indemne de *Myzus* à la date du 25 mai 1951.

Nous avons pu noter en outre au cours de ces expériences, une efficacité certaine de ces mêmes huiles jaunes contre les pullulations des Tétranyques (*Paratetranychus* sp.) puisque de deux vergers à peu près également contaminés en 1950, celui qui ne fut pas traité, montra dès le mois de mai 1951, de graves attaques, tandis que les vergers traités étaient encore à peu près indemnes.

Notons de plus que dans l'expérience précédente, faite il est vrai sur Pêchers de la variété *Amsden*, peu sensible à la Cloque, tous les arbres témoins présentaient un certain nombre de feuilles atteintes par ce cryptogame, alors qu'aucun arbre traité n'en portait.

VI. — CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Il résulte de ce qui précède qu'il est possible de combattre simultanément avec des résultats très satisfaisants les Diaspines et les principaux Aphides des arbres fruitiers à condition d'appliquer le traitement qui convient à chaque cas particulier.

On aura ainsi avantage à utiliser les huiles jaunes en fin d'hiver contre les Coccides dans les vergers également infestés des espèces suivantes de Pucerons :

Dentatus du Poirier,

Aphis pomi sur Pommier,

Hyalopterus arundinis, *Myzus persicae* } sur Pêchers.

Les infestations de Pucerons noirs du Pêcher (*Anuraphis persicae*) seront quant à elles efficacement combattues par l'utilisation de la formule coccicide comprenant 1 p. 100 d'huile blanche d'été et 1 p. 1 000 de D. D. T., appliquée au début du printemps.

Ces deux formules sont, chacune dans leur cas, préférables aux huiles de pétrole seules qui, à la dose de 3 p. 100 constituent un excellent traitement contre les Diaspines mais dont le pouvoir aphicide et surtout ovicide, est tout à fait insuffisant.

RÉSUMÉ

1° Les traitements dirigés contre les Cochenilles-Diaspines et plus spécialement le Pou de San-José présentant une lourde charge pour l'arboriculteur, il a paru intéressant de voir dans quelle mesure ces traitements pouvaient contribuer à combattre d'autres parasites des vergers, en particulier divers Aphides.

2° Les huiles jaunes à 2 p. 100, en traitement de fin d'hiver, permettent d'obtenir une destruction importante des Pucerons cendrés du Poirier (*Dentaus* sp.) et du Phytopte du Poirier (*Eriophyes pyri*) mais dans les cas graves la dose de 3 p. 100 est nécessaire.

3° Dans la lutte contre le Puceron vert du Pommier au stade d'œuf hivernant, les huiles jaunes à 2 p. 100 ont donné des résultats très satisfaisants, comparables à ceux obtenus avec les colorants seuls aux doses généralement utilisées dans ce but alors que l'efficacité des huiles blanches à 3 p. 100 s'est révélée faible.

4° Le mélange coccicide contenant 1 p. 100 d'huile de pétrole d'été et 1 p. 1 000 de D. D. T., utilisé sur Pêcher au moment de l'apparition des fondatrices de Puceron noir (*Anuraphis persicae nigra*) permet d'enrayer la pullulation de cet insecte. L'action aphicide de cette formule est au moins aussi bonne que celle des esters phosphoriques qui, aux doses courantes d'application, n'ont pas d'efficacité suffisante contre les Diaspines.

5° Les autres espèces de Pucerons nuisibles au Pêcher, *Hyalopterus arundinis* et *Myzus persicae* sont également justiciables des traitements aux huiles jaunes qui, à la dose de 2 p. 100 généralement utilisée contre les Coccides, assurent une protection appréciable des Pêchers contre ces deux insectes et diminuent également, dans une certaine mesure, l'infection par la Cloque (*Taphrina deformans*).

Reçu pour publication le 14 mars 1952

BIBLIOGRAPHIE

Breny (R.). — Détermination de la vitalité des œufs de Pucrons dans l'étude du pouvoir ovicide des produits insecticides. *Bull. Inst. Agr. St. Rech. Gembloux*, **7**, n° 3, 1938, p. 276-281.

Chaboussou (F.) et Ramadier (P.). — Étude sur les Aphicides pour la région du Sud-Ouest. *R. Zoo. Agr. Appl.*, **47**, Bordeaux, 1948, p. 46-62.

Chapman (P. J.) et Avens (A. W.). — The toxicology of 4,6 DNOC as an Aphid ovicide. *J. Econ. Ent.*, XLI, Menasha Wis., 1948 p. 190-198.

Dumas (P.) et Vasseur (R.). — Les traitements coccicides des arbres fruitiers. *B. T. I. Ing. Serv. Agr.* n° 49, avril-mai 1950.

Van de Pol (P. H.) et Besemer (A. F. H.). — De bepaling van de eidoodende werkeng van winterbestrijdingsmiddelen in het laboratorium. Eerste deel *Tijdschr. Plzikt.* **52**, Wageningen, 1947, p. 1-17.

Vasseur (R.) et Bianchi (H.). — Quelques données nouvelles sur la lutte chimique contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* comst) *C. R. Acad. Agr. Fr.*, **35**, n° 7, Paris 1949.

Viel (G.) et Chancogne (Mlle M.). — Étude des actions ovicides. *Ann. Ep.* N. S. I., Paris 1950, p. 393-306.

Wason (E. J.). — The black Peach Aphid (*Anuraphis persicae niger*) in the Murumbidgee irrigation area. *Agr. Gaz. New South Walles*, **58**, Sidney 1947, p. 525-529.

DIX ANS D'EXPÉRIMENTATION SUR LA ROUILLE NOIRE DES CÉRÉALES (1941-1950)

PAR

L. GUYOT et M. MASSENOT

Directeur Chef de Travaux

Laboratoire de recherches de la chaire de Botanique,
École Nationale d'Agriculture de Grignon

PLAN DU MÉMOIRE

I. — **Introduction.**

II. — **Hôtes spontanés et hôtes provoqués des diverses formes spéciales de *Puccinia graminis*.**

III. — **Races biologiques de *Puccinia graminis tritici*.**

IV. — **Évolution de la Rouille noire en nature.**

V. — **Obtention expérimentale d'écidies.**

VI. — **Comportement des variétés de céréales à l'égard de la Rouille noire.**

VII — **Résumé.**

I. — INTRODUCTION

Le présent travail reprend et complète un travail antérieur paru en 1947-1948 dans les *Annales de l'Ecole Nationale d'Agriculture de Grignon* (série 3, tome VI, pp. 75-117) sous le titre « Sept ans d'expérimentation (1941-1947) sur les Rouilles des céréales » ; trois années nouvelles (1948, 1949, 1950) d'observations au champ et d'expérimentations au laboratoire ont sérieusement enrichi nos connaissances sur le sujet qui fait l'objet de cette étude et nous permettent aujourd'hui, en nous appuyant sur dix années consécutives de recherches méthodiques, de dresser un tableau d'ensemble sur les conditions d'évolution de la Rouille noire dans notre pays.

Le cadre de nos recherches a été progressivement étendu ; le nombre des opérations réalisées et l'importance du matériel utilisé se sont accrus, au cours des années, dans les mesures suivantes :

	1941 à 1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	Total
	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nombre de variétés de céréales en observation	40	70	90	300	400	175	170	172	
Nombre de souches de *Puccinia graminis* mises à l'essai	15	27	65	45	35	31	10	20	*248*
Nombre de contaminations artificielles réalisées	1 700	3 500	4 500	4 700	5 600	3 800	3 000	5 000	*31 800*

Les principaux résultats obtenus sont exposés dans les chapitres suivants, qui traitent successivement des points essentiels :

Hôtes spontanés et hôtes provoqués des diverses formes spéciales de ***Puccinia graminis***.

Races biologiques de ***Puccinia graminis tritici***.

Évolution de la Rouille noire en nature.

Obtention expérimentale d'écidies.

Comportement des variétés de céréales à l'égard de la Rouille noire.

II. — HOTES SPONTANÉS ET HOTES PROVOQUÉS DES DIVERSES FORMES SPÉCIALES DE *Puccinia graminis*

Au total, 248 souches de ***Puccinia graminis*** de provenances variées ont été étudiées expérimentalement à Grignon ; elles se partagent comme suit :

116 souches de ***Puccinia graminis*** f. sp. ***tritici***,
44 souches de ***Puccinia graminis*** f. sp. ***avenae***,
39 souches de ***Puccinia graminis*** f. sp. ***secalis***,
28 souches de ***Puccinia graminis*** f. sp. ***lolii***,
21 souches de ***Puccinia graminis*** (forme spéciale non reconnue).

Leur étude méthodique a donné lieu aux observations suivantes :

a) ***Puccinia graminis*** f. sp. ***tritici*** (s'identifie à ***Puccinia graminis*** f. sp. ***hordei***) ;

— hôtes préférentiels : *Triticum* sp. et *Hordeum* sp. (variétés cultivées) ;

— hôtes éventuels [1] : *Ægilops crassa* (IV), *ovata* (IV), *squarrosa* (IV —), *triaristata* (IV) et *triuncialis* (III), *Agropyrum caninum* (III), *Bromus adoensis* (II +), *arvensis* (I), *commutatus* (II), *intermedius* (III), *macrostachys* (III), *maximus* (III), *mollis* (III), *rubens* (III —), *secalinus* (II —), *sterilis* (II +) et *tectorum* (III —), *Elymus canadensis* (III —), *Hordeum murinum* (II), *Lolium perenne* (II) et *temulentum* (I), *Secale cereale* (III +) (au total : 22 espèces) [2].

[1] Le degré maximum d'attaque (obtenu par contamination expérimentale) est exprimé entre parenthèses pour chacun d'eux ; nous ne tenons compte que des degrés d'attaque au moins égaux à I, c'est-à-dire les seuls pour lesquels survienne une sporulation visible.

[2] Le comportement du Seigle à l'égard de 46 souches étudiées de *Puccinia graminis tritici* est assez inégal dans l'ensemble ; les degrés d'attaque constatés se répartissent comme suit :

21 degrés d'attaque du type *i* (soit 46 p. 100),
9 — — — O ou O + (soit 20 p. 100),
7 — — — I —, I ou I + (soit 15 p. 100),
4 — — — II + ou III — (soit 9 p. 100),
3 — — — III (soit 6 p. 100),
2 — — — III + ou IV — (soit 4 p. 100).

En nature, ***P. gr. tritici*** a été isolé :

86 fois de *Triticum* sp.
12 fois d'*Hordeum* sp. (variétés cultivées)
5 fois d'*Hordeum murinum*
3 fois d'*Elymus canadensis*
2 fois d'*Ægilops ovata*
2 fois de *Bromus maximus*
1 fois d'*Ægilops crassa*
1 fois d'*Ægilops triuncialis*
1 fois d'*Ægilops ventricosa*
1 fois de *Bromus macrostachys*
1 fois de *Vulpia myuros*.

TABLEAU I

Souches de ***Puccinia graminis tritici*** isolées des Graminées.

Hôte	Souche	Année	Hôte	Souche	Année
Ægilops crassa	AE 3	1945	*Elymus canadensis*	E 2	1944
— *ovata*	AE 1	1944	— —	E 3	1945
— —	AE 2	1944	*Hordeum murinum*	H 5	1945
— *triuncialis*	AE 4	1946	— —	H 6	1945
— *ventricosa*	AE 5	1947	— —	H 10	1945
Bromus macrostachys	B 2	1945	— —	H 16	1947
— *maximus*	B 1	1945	— —	H 20	1950
— —	B 3	1946	*Lagurus ovatus*	Lag 1	1944
Elymus canadensis	E 1	1944	*Vulpia myuros*	V 1	1945

b) ***Puccinia graminis*** f. sp. ***avenae***.

Hôtes préférentiels : *Avena* sp. (variétés cultivées).

Hôtes éventuels : *Agropyrum caninum* (I), *Alopecurus agrestis* (IV), *Arrhenatherum bulbosum* (III) et *elatius* (III +), *Avena fatua* (IV), *montana* (IV), *pratensis* (IV) et *sterilis* (III +), *Brachypodium sylvaticum* (I), *Bromus arduennensis* (II), *intermedius* (III), *macrostachys* (II), *maximus* (II +), *mollis* (I), *rubens* (III —), *sterilis* (II +) et *tectorum* (III —), *Cynosurus aureus* (III) et

Les souches de ***P. gr. tritici*** ayant procuré un degré d'attaque élevé (> II) sur le Seigle, et qui ne représentent au total que 19 p. 100 des souches étudiées, sont les suivantes :
degré d'attaque du type II + ou III — : T 23 (1945), T 39 (1947), T 42 (1947) et E1 (1944).
— — — III : T 15 (1944), T 16 (1944) et H 13 (1947),
— — — III + ou IV — : T 49 (1947) et H 6 (1945).

De ces souches, une (T 39) s'inscrit dans le biotype 14 α et une autre (T 23) dans le biotype 15 α de ***P. gr. tritici***.

Les Chiendents (*Agropyrum caninum* et *repens*) se sont montrés réfractaires (degré d'attaque du type i ou 0) à l'égard de 7 souches (sur 11 étudiées au total, soit 64 p. 100) de ***P. gr. tritici*** : en d'autres cas, les degrés d'attaque constatés étaient du type I avec la souche T 17 (1945), du type II + avec les souches T 20 (1945) et AE 3 (1945), du type III avec la souche T 23 (1945). Les souches T 17, T 20 et AE 3 appartiennent au biotype 14 α, la souche T 23 au biotype 15 α.

Les Ivraies et Ray-grass (*Lolium italicum*, *perenne* et *lemulentum*) résistent très bien dans l'ensemble à ***P. gr. tritici*** : immunité totale à l'égard de 20 souches (sur 22 étudiées au total, soit 90 p. 100), degrés d'attaque du type 0 /I avec la souche T 2 (1944) et du type II avec la souche T1 (1944).

echinatus (III), *Dactylis glomerata* (IV), *Festuca ovina* (III), *Gaudinia fragilis* (II), *Holcus lanatus* (II +) et *mollis* (IV), *Hordeum* sp. (variétés cultivées) (II +), *Koeleria cristata* (IV), *Lagurus ovatus* (IV —), *Lolium italicum* (III +), *linicolum* (IV —), *perenne* (III), *rigidum* (II +) et *temulentum* (II +), *Melica ciliata* (I), *Phleum arenarium* (II) et *boehmeri* (III), *Poa trivialis* (IV), *Sesleria cylindrica* (II), *Trisetum flavescens* (II), *Vulpia myuros* (IV) (au total: 39 espèces).

En nature, ***P. gr. avenae*** a été isolé :

22 fois d'*Avena* sp. (variétés cultivées)
3 fois d'*Arrhenatherum elatius*
3 fois d'*Avena fatua*
3 fois de *Lagurus ovatus*
2 fois d'*Alopecurus agrestis*
2 fois de *Trisetum flavescens*
1 fois d'*Avena sterilis*
1 fois de *Bromus tectorum*
1 fois de *Dactylis glomerata*
1 fois de *Koeleria villosa*
1 fois de *Lolium temulentum*
1 fois de *Poa trivialis*
1 fois de *Sesleria cylindrica*
1 fois de *Vulpia alopecurus*
1 fois de *Vulpia myuros*.

TABLEAU II

Souches de ***Puccinia graminis avenae*** isolées des Graminées.

Hôte	Souche	Année	Hôte	Souche	Année
Alopecurus agrestis	Al 1	1946	*Koeleria villosa*	K 1	1947
— —	Al 2	1946	*Lagurus ovatus*	Lag 2	1946
Arrhenatherum elatius ..	Ar 2	1944	— —	Lag 3	1947
— — ..	Ar 4	1945	— —	Lag 4	1950
— — ..	Ar 6	1947	*Lolium temulentum*	L 17	1948
Avena fatua	A 8	1945	*Poa trivialis*	P 1	1945
— —	A 14	1946	*Sesleria cylindrica*	Sl 1	1947
— —	A 26	1948	*Trisetum flavescens*	Tf 2	1944
— *sterilis*	A 19	1947	— —	Tf 1	1947
Bromus tectorum.....	B 7	1948	*Vulpia alopecurus*	V 3	1950
Dactylis glomerata	D 1	1947	— *myuros*.....	V 2	1946

c) ***Puccinia graminis*** f. sp. ***secalis***.

Hôtes préférentiels : *Secale cereale*.

Hôtes éventuels : *Ægilops crassa* (III +), *ovata* (III), *squarrosa* (II), *triaristata* (III), *triuncialis* (IV —) et *ventricosa* (III), *Agropyrum caninum* (IV) et *repens* (IV), *Bromus adoensis* (I), *commutatus* (II), *inermis* (II —), *intermedius* (II), *macrostachys* (I +), *madritensis* (II), *maximus* (II —), *mollis*

(III), *racemosus* (II), *rubens* (II —), *secalinus* (I), *sterilis* (I +) et *tectorum* (II +), *Elymus canadensis* (IV —) et *europaeus* (III), *Hordeum murinum* (II —) et *secalinum* (I), *Hordeum* sp. (variétés cultivées) (III +), *Lamarckia aurea* (II +), *Lolium perenne* (III —) et *temulentum* (II +), *Triticum* sp. (IV), ? *Vulpia myuros* (IV —) (au total : 31 espèces) (1).

En nature, ***P. gr. secalis*** a été isolé :

14 fois de *Secale cereale*
13 fois d'*Agropyrum repens*
3 fois d'*Agropyrum caninum*
3 fois d'*Elymus canadensis*
2 fois de *Bromus arduennensis*
1 fois de *Bromus mollis*
1 fois d'*Elymus arenarius*
1 fois d'*Hordeum secalinum*
1 fois d'*Hordeum* sp. (variétés cultivées).

TABLEAU III

Souches de ***Puccinia graminis secalis*** isolées des Graminées.

Hôte	Souche	Année	Hôte	Souche	Année
Agropyrum repens.....	Ag 1	1944	*Agropyrum caninum*....	Ag 7	1945
— —	Ag 3	1945	— —	Ag 11	1946
— —	Ag 4	1945	— —	Ag 16	1947
— —	Ag 5	1945	*Bromus arduennensis*....	B 4	1946
— —	Ag 6	1945	— —	B 5	1946
— —	Ag 8	1945	— *mollis*.....	B 6	1947
— —	Ag 12	1946	*Elymus arenarius*	E 8	1950
— —	Ag 13	1946	— *canadensis*	E 4	1946
— —	Ag 14	1946	— —	E 5	1946
— —	Ag 15	1946	— —	E 6	1947
— —	Ag 17	1947	*Hordeum secalinum*.....	H 12	1946
— —	Ag 18	1948			
— —	Ag 19	1949			

(1) Le comportement du Blé à l'égard de 39 souches étudiées de *Puccinia graminis secalis* est assez homogène dans l'ensemble ; le degrés d'attaque observés se répartissent comme suit :

35 degrés d'attaque du type *i* (soit 90 p. 100),
1 — — — I + (soit 2,5 p. 100),
3 — — — III + ou IV (soit 7,5 p. 100).

Les souches de ***P. gr. secalis*** ayant procuré un degré d'attaque élevé (> II) sur le Blé, et qui ne représentent au total que 7,5 p. 100 des souches étudiées, sont les suivantes :

degré d'attaque du type III + : S 6 (1945),
— — — IV : S 5 1945) et B 5 (1946)

Les Chiendents (*Agropyrum caninum* et *repens*) se sont montrés extrêmement sensibles à ***P. gr. secalis***, dont 28 souches ont été étudiées à ce point de vue ; au total ont été observés :

4 degrés d'attaque du type *i* (soit 14 p. 100),
2 — — — O + (soit 7 p. 100),
2 — — — II ou III — (soit 7 p. 100),
20 — — — III, III + ou IV (soit 72 p. 100).

Par contre, les Ivraies et Ray-grass (*Lolium italicum*, *perenne* et *temulentum*) témoignent, dans l'ensemble, d'une haute résistance à ***P. gr. secalis*** : immunité totale à l'égard de 19 souches (sur 21 étudiées au total, soit 90 p. 100), degrés d'attaque du type II — avec la souche S 8 (1945) et du type III — avec la souche S 11 (1945).

La souche H 11, isolée en 1946 d'*Hordeum* cult., a attaqué fortement (degré d'attaque ⩾ III) l'Orge et le Seigle ainsi qu'*Agropyrum caninum*, mais a respecté le Blé.

d) ***Puccinia graminis*** f. sp. ***lolii.***

Hôtes préférentiels : *Lolium* sp. (*italicum, linicolum, multiflorum, perenne, rigidum* et *temulentum*).

Hôtes éventuels : *Arrhenatherum elatius* (IV —), *Avena fatua* (III), *Bromus adoensis* (I +), *arvensis* (III), *inermis* (III), *intermedius* (III), *macrostachys* (II), *maximus* (IV —), *mollis* (III +), *racemosus* (III), *rubens* (III), *secalinus* (I +), *sterilis* (III) et *tectorum* (III), *Dactylis glomerata* (IV), *Festuca arundinacea* (IV), *gigantea* (III —) et *ovina* (II), *Holcus lanatus* (I), *Hordeum* sp. (variétés cultivées) (III), *Lagurus ovatus* (IV), *Phleum arenarium* (III), *asperum* (II —), *boehmeri* (II) et *pratense* (III), *Secale cereale* (III), *Triticum* sp. (III +), *Vulpia myuros* (IV —) (au total : 28 espèces).

En nature, ***P. gr. lolii*** a été isolé :

20 fois de *Lolium* sp. (14 fois de *perenne*, 4 fois de *temulentum*, 1 fois de *linicolum* et 1 fois de *remotum*).

3 fois de *Festuca arundinacea*

1 fois d'*Arrhenatherum elatius*

1 fois de *Festuca gigantea*

1 fois de *Phleum arenarium*

1 fois de *Phleum nodosum.*

1 fois de *Poa chaixii*

TABLEAU IV

Souches de ***Puccinia graminis lolii*** isolées des Graminées.

Hôte	Souche	Année	Hôte	Souche	Année
Arrhenatherum elatius ..	Ar 1	1944	*Lolium perenne*.....	L 1	1943
Festuca arundinacea	F 1	1943	— —	L 2	1943
— —	F 2	1945	— —	L 3	1943
— —	F 3	1945	— —	L 5	1945
— *gigantea*.....	F 4	1946	— —	L 8	1945
Phleum arenarium	Phl 1	1946	— —	L 9	1945
— *nodosum*	Phl 2	1943	— —	L 10	1945
Poa chaixii.....	P 3	1946	— —	L 11	1945
Lolium linicolum.....	L 4	1944	— —	L 12	1945
— *remotum*	L 15	1946	— —	L 13	1945
— *temulentum*	L 6	1945	— —	L 14	1946
— —	L 7	1945	— —	L 19	1949
— —	L 16	1946	— —	L 20	1949
— —	L 18	1948	— —	L 21	1950

e) ***Puccinia graminis*** (forme spéciale non reconnue).

21 souches isolées de diverses plantes (*Agropyrum caninum, repens* et sp., *Agrostis alba, Anthoxanthum odoratum, Arrhenatherum elatius, Bromus*

asper et *macrostachys*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Elymus canadensis*, *Festuca arundinacea* et *gigantea*, *Phalaris coerulescens*, *Poa trivialis* et *Sesleria cylindrica*) n'ont pu être rattachées avec certitude à aucune des formes spéciales caractérisées par les urédinologues.

Les souches isolées des *Agropyrum* ont donné lieu aux observations suivantes :

Sur 14 souches de ***Puccinia graminis*** isolées en nature d'*Agropyrum repens*, 13 (soit 93 p. 100) appartiennent à ***P. gr. secalis*** ; une seule (Ag 2-1945) se refuse à infecter le Seigle.

Sur 4 souches de ***Puccinia graminis*** isolées en nature d'*Agropyrum caninum*, 3 (soit 75 p. 100) appartiennent à ***P. gr. secalis*** ; une seule (Ag 9-1945) se refuse à infecter le Seigle.

Une souche de ***Puccinia graminis*** isolée en nature d'*Agropyrum* sp. (Ag 10-1945) se refuse à infecter le Seigle.

Les souches précitées (Ag 2, Ag 9 et Ag 10) de ***Puccinia graminis***, qui sont les seules (sur 19 souches, au total, en provenance des *Agropyrum*) à se refuser à vivre sur le Seigle, ont été toutes trois recueillies au cours de l'année 1945.

Ces faits d'observation suggèrent l'existence d'une forme spéciale de Rouille noire, vivant sur les *Agropyrum* (*caninum* et *repens*) en nature, mais se refusant à vivre sur le Seigle en même temps d'ailleurs que sur le Blé, l'Orge et l'Avoine (1).

L'immunité à peu près totale des céréales et la grande résistance de nombreuses Graminées spontanées (dont les *Lolium*) caractérisent également diverses souches de ***Puccinia graminis*** isolées en nature d'*Agrostis alba* (en 1945), *Anthoxanthum odoratum* (en 1945), *Arrhenatherum elatius* (en 1945), *Cynosurus cristatus* (en 1946), *Dactylis glomerata* (en 1945), *Phalaris coerulescens* (en 1946), *Poa trivialis* (en 1945) et *Sesleria cylindrica* (en 1946) ; ce comportement particulier éloigne les souches ainsi étudiées des formes spéciales (***avenae***, ***secalis***, ***tritici*** et ***lolii***) vivant habituellement sur les céréales et Graminées de nos pays.

Dans la presque totalité de nos essais, les *Lolium* se montrent réfractaires à l'égard de ***Puccinia graminis avenae*** ; notons cependant les degrés d'attaque suivants, constatés en quelques cas :

Sur *Lolium perenne* : O + (A 13-1946), III (A 12-1946 et Al 2-1946).

Sur *Lolium temulentum* : II + (A 9-1945).

Dans la majorité de nos essais, le Seigle apparaît réfractaire à l'égard de ***Puccinia graminis lolii*** ; en divers cas, il a toutefois été attaqué aux degrés

(1) Cette forme spéciale est peut-être identique à ***Puccinia graminis*** f. sp. ***apropyri*** Raghubir Prasada 1947, qui vit, sur les collines de Simla (Inde), sur *Agropyrum longe aristatum* et *semicostatum* et a pu être transmise à *Agropyrum repens*, mais non aux céréales (Blé, Avoine, Orge, Seigle). Notons aussi que la forme spéciale aux Chiendents de l'Inde attaque fortement *Bromus patulus*, mais ne forme pas d'écidies sur *Berberis vulgaris*, tandis que la forme spéciale aux Chiendents d'Europe respecte les Bromes (degrés d'attaque constatés : *i* sur *Bromus macrostachys* et *secalinus*, O - sur *Bromus maximus* et *sterilis*), mais forme ses écidies sur *Berberis vulgaris*.

suivants : I (L 13–1945), I + (L 8–1945), II (L 1–1943, L 2–1943, L 9–1945) et III (L 5–1945, L 19–1949).

TABLEAU V

Souches de ***Puccinia graminis*** (***tritici***, ***avenae***, ***secalis*** *et* ***lolii***) isolées des Graminées.

Hôte	Souche	Année	*Puccinia graminis*
Ægilops crassa.....	AE 3	1945	*tritici*
— *ovata*	AE 1	1944	—
— —	AE 2	1944	—
— *triuncialis*.	AE 4	1946	—
— *ventricosa*.	AE 5	1947	—
Agropyrum caninum	Ag 7	1945	*secalis*
— — ..	Ag 11	1946	—
— — ..	Ag 16	1947	—
— *repens*..	Ag 1	1944	—
— — ..	Ag 3	1945	—
— — ..	Ag 4	1945	—
— — ..	Ag 5	1945	—
— — ..	Ag 6	1945	—
— — ..	Ag 8	1945	—
— — ..	Ag 12	1946	—
— — ..	Ag 13	1946	—
— — ..	Ag 14	1946	—
— — ..	Ag 15	1946	—
— — ..	Ag 17	1947	—
— — ..	Ag 18	1948	—
— — ..	Ag 19	1949	—
Alopecurus agrestis	Al 1	1946	*avenae*
— — ..	Al 2	1946	—
Arrhenatherum elatius	Ar 1	1944	*lolii*
— — ..	Ar 2	1944	*avenae*
— — ..	Ar 4	1945	—
— — ..	Ar 6	1947	—
Avena fatua	A 8	1945	—
— —	A 14	1946	—
— —	A 26	1948	—
— *sterilis*.....	A 19	1947	—
Bromus arduennensis.	B 4	1946	*secalis*
— — ..	B 5	1946	—
— *macrostachys*	B 2	1945	*tritici*
— *maximus* .	B 1	1945	—
— — .	B 3	1946	—
— *mollis*	B 6	1947	*secalis*
— *tectorum* ..	B 7	1948	*avenae*
Dactylis glomerata..	D 1	1947	—
Elymus arenarius..	E 8	1950	*secalis*
— *canadensis*.	E 4	1946	—
— — .	E 5	1946	—
— — .	E 6	1947	—
— — .	E 1	1944	*tritici*
Elymus canadensis.	E 2	1944	*tritici*
— — .	E 3	1945	—
Festuca arundinacea	F 1	1943	*lolii*
— — ..	F 2	1945	—
— — ..	F 3	1945	—
— *gigantea* ..	F 4	1946	—
Hordeum murinum.	H 5	1945	*tritici*
— — .	H 6	1945	—
— — .	H 10	1945	—
— — .	H 16	1947	—
— — .	H 20	1950	—
— *secalinum*.	H 12	1946	*secalis*
Koeleria villosa....	K 1	1947	*avenae*
Lagurus ovatus ...	Lag 1	1944	*tritici*
— — ...	Lag 2	1946	*avenae*
— — ...	Lag 3	1947	—
— — ...	Lag 4	1950	—
Lolium linicolum..	L 4	1944	*lolii*
— *perenne* ...	L 1	1943	—
— — ...	L 2	1943	—
— — ...	L 3	1943	—
— — ...	L 5	1945	—
— — ...	L 8	1945	—
— — ...	L 9	1945	—
— — ...	L 10	1945	—
— — ...	L 11	1945	—
— — ...	L 12	1945	—
— — ...	L 13	1945	—
— — ...	L 14	1946	—
— — ...	L 19	1949	—
— — ...	L 20	1949	—
— — ...	L 21	1950	—
— *remotum* ..	L 15	1946	—
— *temulentum*	L 6	1945	—
— — ..	L 7	1945	—
— — ..	L 16	1946	—
— — ..	L 17	1948	*avenae*
— — ..	L 18	1948	*lolii*
Phleum arenarium.	Phl 1	1946	—
— *nodosum* ..	Phl 2	1943	—
Poa chaixii	P 3	1946	—
— *trivialis*.....	P 1	1945	*avenae*
Sesleria cylindrica..	Sl 1	1947	—
Trisetum flavescens.	Tf 2	1944	—
— — ..	Tf 1	1947	—
Vulpia alopecurus..	V 3	1950	—
— *myuros* ...	V 2	1946	—
— — ...	V 1	1945	*tritici*

Dans la majorité de nos essais, l'Orge apparaît réfractaire à l'égard de ***Puccinia graminis lolii*** ; en divers cas, elle a toutefois été attaquée aux degrés suivants : I — (L 10–1945), I (L 3–1943, L 7–1945, L 8–1945, L 12–1945,

L 13–1945, Phl 2–1943), I + (L 9–1945), II + (L 5–1945) et III (L 1–1943, L 6–1945).

Dans la presque totalité de nos essais, le Blé apparaît réfractaire à l'égard de ***Puccinia graminis lolii*** ; une seule fois, il a été attaqué au degré III + (L 5–1945).

L'Avoine nous est constamment apparue réfractaire à l'égard de ***Puccinia graminis lolii***, mais *Avena fatua* a été parfois attaquée aux degrés suivants : I (Phl 1–1946), II (L 3–1943) et III (L 5–1945).

Signalons, enfin, le comportement très particulier dont ont témoigné, à l'égard des céréales et Graminées expérimentées, les deux souches suivantes (non ou dubitativement identifiées) :

E 7 (en provenance d'*Elymus canadensis*, 1948) : degrés d'attaque du type IV sur Blé et Seigle, II — sur Orge, *i* sur Avoine.

H 11 (en provenance d'*Hordeum vulgare*, 1946) : degrés d'attaque du type IV sur Seigle, IV — sur *Aegilops* sp., III + sur *Elymus canadensis*, III sur *Agropyrum caninum*, *Bromus* sp. et *Hordeum vulgare*, *i* sur Avoine et Blé.

Les tableaux A, B et C (voir en fin du texte) résument les relations (observées en nature ou réalisées expérimentalement) entre les formes spéciales de ***Puccinia graminis*** et leurs hôtes (spontanés ou provoqués). Le tableau A précise les espèces de Graminées sur lesquelles les diverses formes de ***Puccinia graminis*** ont été, soit isolées dans la nature, soit cultivées artificiellement (avec un degré d'attaque $\geqslant$ I) ; le tableau B indique, pour chaque espèce de Graminée étudiée par nos soins, le nombre respectif des contaminations négatives et positives, le pourcentage de ces dernières, ainsi que le degré d'attaque (obtenu expérimentalement) moyen et maximum. Quant au tableau C, il synthétise le comportement de chaque genre étudié de Graminées vis-à-vis des diverses formes spéciales de ***Puccinia graminis***.

L'étude comparative de ces trois tableaux suggère les réflexions suivantes :

Chacune des quatre formes expérimentées de ***Puccinia graminis*** témoigne d'une spécialisation parasitaire peu restreinte :

a) La f. sp. ***tritici***, adaptée essentiellement aux genres *Ægilops*, *Hordeum* (espèces cultivées) et *Triticum*, accessoirement aux genres *Agropyrum*, *Bromus*, *Elymus* et *Secale*.

b) la f. sp. ***avenae***, adaptée essentiellement aux genres *Arrhenatherum*, *Avena*, *Dactylis*, *Holcus*, *Koeleria*, *Lagurus*, *Lamarckia*, *Trisetum* et *Vulpia*, accessoirement aux genres *Bromus*, *Cynosurus*, *Festuca*, *Phleum* et *Sesleria*.

c) La f. sp. ***secalis***, adaptée essentiellement aux genres *Agropyrum*, *Elymus*, *Hordeum* (espèces cultivées) et *Secale*, accessoirement aux genres *Aegilops*, *Bromus*, *Hordeum* (espèces spontanées) et *Lamarckia*.

d) La f. sp. ***lolii***, adaptée essentiellement aux genres *Dactylis*, *Lolium* et *Vulpia*, accessoirement aux genres *Arrhenatherum*, *Avena* (espèces spontanées), *Bromus*, *Holcus*, *Hordeum* (espèces cultivées), *Phleum* et *Secale*.

Certains genres de Graminées sont particulièrement réceptifs à l'égard de la Rouille noire et peuvent héberger et même mener à sporulation plusieurs formes spéciales de ***Puccinia graminis*** (voir tableau VI).

TABLEAU VI

Genres de Graminées particulièrement réceptifs à l'égard de la Rouille noire.

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*			
	tritici	*avenae*	*secalis*	*lolii*
Aegilops	++++	—	+++	—
Agropyrum	+	—	++++	—
Arrhenatherum	—	+++	—	++
Avena (espèces spontanées)	—	++++	—	++
Bromus	+	+	+	+
Dactylis	—	+++	—	+++
Elymus	++		+++	
Festuca	—	+	—	+
Holcus	—	+++	—	+
Hordeum (espèces spontanées)	+	—	+	—
— (espèces cultivées)	++++	+	+++	++
Lagurus	—	+++	—	+
Lamarckia	—	—	+	—
Lolium	+	—	+	++++
Phleum	—	++	—	++
Secale	+	—	++++	+
Triticum	++++	—	+	+
Vulpia	—	—	—	++++

On retiendra surtout le cas des genres *Bromus* et *Lolium* qui, l'un et l'autre, peuvent héberger les quatre formes spéciales de Rouille noire.

Quelques espèces de Graminées sauvages sont spécialement réceptives à l'égard de telle ou telle forme particulière de ***Puccinia graminis*** (voir tableau VII).

Le danger qui s'attache à ces plantes en tant que commensales des cultures de céréales ou que rudérales voisines des cultures de céréales ne saurait être négligé dans la pratique ; leur végétation souvent précoce, parfois exubérante, et leur haute sensibilité à l'égard de la Rouille noire les amènent à jouer, dans la nature, le rôle pernicieux de support et de vecteur possibles des germes de la maladie, d'autant que ces espèces adventices abondent dans les lieux incultes et sont en état de croissance active à un moment où la céréale est particulièrement réceptive à l'égard de la Rouille noire.

Il convient toutefois de remarquer que, seule, la race 14 de ***Puccinia graminis tritici***, relativement peu dangereuse, a été isolée à ce jour des diverses Graminées sauvages sur lesquelles nous avons constaté la présence de la Rouille noire ; en aucun cas, les races virulentes 15, 17 et 21 n'ont été obtenues par nous à partir de Graminées spontanées.

TABLEAU VII

Graminées sauvages particulièrement réceptives à l'égard de la Rouille noire.

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*			
	tritici	*avenae*	*secalis*	*lolii*
Aegilops crassa	++++		+++	
— *ovata*	++++		++	
— *squarrosa*	+++		+	
— *triaristata*	++++		++	
— *triuncialis*	++		++	
Agropyrum caninum	+		+++	
— *repens*			+++	
Alopecurus agrestis		+		
Arrhenatherum bulbosum		++		
— *elatius*		+++		++
Avena fatua		++++		+
— *montana*		-		
— *pratensis*		++++		
— *sterilis*		+++		
Bromus arvensis	+			++
— *macrostachys*	+	+	+	+
— *madritensis*			-	
— *maximus*	++	+	+	++
— *mollis*	++	+	+	+
— *racemosus*	+		+	+
— *rubens*	+	+	+	+
— *secalinus*	+		+	+
— *sterilis*	++	++	+	++
— *tectorum*	++	++	+	++
Cynosurus echinatus		+		
Dactylis glomerata		++++		++++
Elymus canadensis	++		++++	
— *europaeus*			+	
Festuca arundinacea				+
— *gigantea*				+
— *ovina*		+		+
Gaudinia fragilis		+		
Holcus lanatus		++		+
— *mollis*		+++		
Hordeum murinum	+		+	
— *secalinum*			+	
Koeleria cristata		+++		
Lagurus ovatus		++++		++
Lamarckia aurea		+++	+	
Lolium italicum		+		- - + +
— *perenne*	+	-	+	- - + +
— *rigidum*		+		++++
— *temulentum*	+	+	+	++++
Melica ciliata		+		
Phleum arenarium		++		+
— *asperum*				+
— *boehmeri*		+		+
— *pratense*				+ - +
Poa trivialis		+		
Sesleria cylindrica		+		
Trisetum flavescens		+		
Vulpia myuros		++++		++++

Un assez grand nombre de Graminées apparaissent réfractaires (en contamination provoquée) à l'égard des formes spéciales de ***Puccinia graminis*** qui ont fait l'objet de nos recherches expérimentales (f. sp. ***tritici***, ***avenae***,

secalis et ***lolii***) ; ce comportement particulier tient, ou bien à ce que ces végétaux sont totalement réfractaires ou hautement résistants à l'égard de la Rouille noire en général (la maladie n'a jamais été ou n'a été que rarement constatée en nature sur *Andropogon ischaemum*, *Brachypodium distachyon*, *pinnatum* et *sylvaticum*, *Briza maxima* et *minor*, *Bromus asper*, *erectus*, *patulus*, *schraderi* et *squarrosus*, *Cenchrus tribuloïdes*, *Danthonia decumbens*, *Eleusine indica*, *Elymus dasystachys* et *giganteus*, *Festuca rubra*, *Koeleria phleoides* et *setacea*, *Melica ciliata* et *nutans*, *Nardurus unilateralis*, *Panicum miliaceum*, *Pennisetum villosum*, *Phalaris arundinacea*, *Phleum nodosum*, *Polypogon littoralis*, *Sesleria argentea*, *Setaria italica* et *viridis*, *Stipa pennata* et *Tragus racemosus*), ou bien à ce que ces plantes ne sont sensibles qu'à des formes spéciales de ***Puccinia graminis*** autres que celles qui ont été étudiées par nous (*Agrostis alba* sensible à la f. sp. ***agrostidis***, *Aira coespitosa* sensible à la f. sp. ***airae***, *Poa* sp. sensibles à la f. sp. ***poae***, *Anthoxanthum odoratum* et *Cynosurus cristatus* sensibles à des formes spéciales non définies à ce jour) (1).

Au total, pour un ensemble de 106 espèces de Graminées (spontanées ou cultivées) sur lesquelles nous avons étudié expérimentalement (par le moyen de 2 371 contaminations provoquées) le comportement des quatre formes spéciales (f. sp. ***tritici***, ***avenae***, ***secalis*** et ***lolii***) de ***Puccinia graminis***, nous avons reconnu les particularités suivantes :

	Formes spéciales de *Puccinia graminis*			
	tritici	*avenae*	*secalis*	*lolii*
Nombre d'espèces étudiées	79	57	53	52
Nombre des contaminations —	443	350	374	266
Nombre des contaminations +	280	196	198	264
P. 100 des contaminations +	39 %	36 %	35 %	50 %
Nombre de genres de Graminées susceptibles d'héberger la Rouille noire	8	21	10	14
Nombre d'espèces de Graminées susceptibles d'héberger la Rouille noire	29	41	35	38

Il ressort que la spécialisation parasitaire des formes étudiées de ***Puccinia graminis***, assez peu stricte chez les f. sp. ***tritici***, ***avenae*** et ***secalis***, plus spécialement adaptées aux céréales cultivées, l'est moins encore chez la f. sp.

(1) Entre les mains de quelques expérimentateurs étrangers, diverses Graminées sur lesquelles nous n'avons obtenu aucune contamination positive se sont laissées plus ou moins aisément infecter par certaines formes spéciales de ***Puccinia graminis*** :

Par la f. sp. ***tritici*** :

Agropyrum repens (Europe) ; *Alopecurus pratensis* (Europe) ; *Dactylis glomerata* (Europe) ; *Elymus arenarius* (Europe) ; *Elymus* (toutes espèces) (Amérique sept.) ; *Festuca gigantea* (Amérique sept. et Russie) ; *Festuca pratensis* (Europe).

Par la f. sp. ***avenae*** :

En Amérique septentrionale :

Agrostis alba ; *Agrostis palustris* ; *Agrostis spica-venti* ; *Agrostis stolonifera* ; *Aira coespitosa* ; *Alopecurus pratensis* ; *Phalaris arundinacea* ; *Poa nemoralis*.

En Europe :

diverses espèces des genres *Agrostis*, *Briza*, *Milium* et *Phalaris*.

Par la f. sp. ***secalis*** (en divers pays) :

Alopecurus pratensis ; *Dactylis glomerata* ; *Festuca ovina* ; *Festuca pratensis*.

lolii, qui vit surtout sur les Graminées spontanées et ne s'attaque qu'exceptionnellement aux céréales cultivées ; parmi les formes inféodées aux céréales, la f. sp. ***avenae***, dont le caractère hétérophage très accentué était reconnu par ERIKSSON dès le début de ce siècle, apparaît, sans conteste, la moins étroitement spécialisée.

Les particularités biologiques dont nous venons de faire état s'accordent avec ce que l'on sait de l'origine des Graminées et céréales spontanées ou cultivées ; il est normal que la spécialisation parasitaire la moins stricte se rencontre, dans nos pays, chez la f. sp. ***lolii***, inféodée à un grand nombre de Graminées indigènes, et la f. sp. ***avenae***, essentiellement adaptée à une céréale dont le prototype sauvage (*Avena fatua*) est originellement eurasiatique, de même que l'on conçoit aisément que l'aptitude à vivre sur des hôtes génériques différents soit, dans nos régions, moins développée chez les f. sp. ***tritici*** et ***secalis***, propres à des céréales de souche asiatique reconnue.

III. — RACES BIOLOGIQUES DE *Puccinia graminis tritici*

La caractérisation des races biologiques de ***Puccinia graminis tritici***, par utilisation des variétés différentielles de Blé proposées par les expérimentateurs nord-américains, n'a pu être conduite méthodiquement qu'à partir de l'année 1947, les événements internationaux des années antérieures nous ayant interdit de recevoir les semences de ces variétés en provenance de leur pays d'origine ; toutefois, pour les années 1945 et 1946, certaines observations faites sur des variétés indigènes, de valeur discriminative élevée et réagissant très inégalement aux diverses souches de Rouille noire, nous ont permis, par recoupement avec les constatations réalisées ultérieurement, d'identifier certaines races de façon suffisamment sûre pour qu'il soit licite d'en faire état dans les données récapitulatives ci-dessous exposées.

Sur cette base d'appréciation, on peut estimer comme suit la répartition, dans l'espace et dans le temps, des races biologiques de ***Puccinia graminis tritici*** dont l'apparition a été constatée dans notre pays au cours des années 1945 à 1950.

En 1945, la race 14 a prédominé nettement ; elle a été constatée :

Sur Blé à Montpellier le 19 mai, à Grignon les 2 et 4 juin et 4 juillet, à Toulouse le 15 juillet.

Sur *Ægilops crassa* à Grignon le 30 juin.

Sur *Bromus macrostachys* à Grignon le 21 juillet.

Sur *Elymus canadensis* à Grignon le 18 juillet.

Sur *Hordeum murinum* à Grignon le 17 juillet.

Sur *Vulpia myuros* à Grignon le 2 juillet.

La race 15 a été remarquée sur un Blé cultivé à Agon (Manche) le 21 juillet.

En 1946, seule la race 14 a été observée :

Sur Blé en Charente en juin, dans la Manche le 12 juillet, à Grignon les 26 juin et 11 juillet, à Montdidier en septembre.

Sur *Bromus maximus* à Grignon le 12 août.

En 1947, la race 14 a été remarquée en diverses circonstances :

Sur Blé à Montpellier le 22 avril, à Granville le 22 juillet, à Montélimar le 1er août, à Cauterets (Hautes-Pyrénées, 925 m. alt.) le 4 août, à Grignon en août.

Sur *Ægilops ventricosa* à Grignon le 22 septembre.

Sur *Hordeum distichum* à Granville le 22 juillet et à Cauterets (Hautes-Pyrénées, 925 m alt.) le 4 août.

Par ailleurs, les races 15 et 17 étaient observées sur Blé dès le 10 juin à Grignon.

En 1948, la race 14 était reconnue sur Blé à Angers le 10 septembre.

En 1949, la race 14 se manifestait sur Blé à Montpellier dès le 10 mai.

En 1950, la race 14, visible sur Blé à Grignon dès le 10 juin, était retrouvée sur Blé à Versailles le 17 juin, puis sur Blé à Grignon le 17 juillet ; elle était observée sur Orge à Grignon le 13 juillet et à Carolles (Manche) le 11 août.

Les races 15 et 21 se remarquaient sur Blé à Grignon dès le 12 juin pour la première et dès le 15 juin pour la seconde.

La virulence respective des races biologiques a été déterminée par évaluation, pour chacune des souches analysées, du pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II) constatés au cours de 928 séries de contaminations artificielles portant au total sur 34 souches distinctes de ***Puccinia graminis tritici*** ; à cet effet ont été utilisées 10 variétés de Blé dont 1 sensible (*Minhardi*), 1 assez sensible (*Marquis*), 5 assez résistantes (*GH*, *Heines Kolben*, *Hope*, *Oro* et *Warren*), 1 résistante (*Thatcher*) et 2 très résistantes (*GN* et *GP*).

Les chiffres obtenus sont précisés dans le tableau VIII [1].

Au sein de certaines des races biologiques identifiées ont pu être reconnus quelques biotypes d'inégale spécialisation parasitaire.

Il semble exister trois biotypes différents au sein de la race 14 : un biotype

[1] On peut se demander si, en utilisant, pour l'appréciation de la virulence respective des races biologiques de ***Puccinia graminis tritici***, d'autres variétés que les dix précitées, on parvient à des données différentielles comparables aux précédentes ; nous donnons dans le tableau ci-dessous les résultats procurés par une semblable étude :

Biotype ou race	Virulence moyenne (p. 100 des degrés d'attaque > II) estimée :	
	par utilisation des 10 variétés ci-dessus citées	par utilisation d'autres variétés (en nombre variant de 27 à 53 selon les biotypes ou races)
14 α	19,1	35,2
14 β	14,9	40,6
15 α	56,6	57,6
17	45,5	56,7
21	30,2	32,8

La seule différence digne d'être signalée est l'accroissement constaté dans la virulence moyenne des biotypes 14 α et 14 β. La race 14 vient ainsi se placer à peu près au niveau de la race 21 ; de toutes façons, les races 15 (dans son biotype 15 α particulièrement agressif) et 17 témoignent d'une virulence nettement supérieure à celle des races 14 et 21.

TABLEAU VIII

Virulence comparée de diverses races biologiques de ***Puccinia graminis tritici.***

Race biologique	Biotype	Souche	Année de récolte	P. 100 des degrés d'attaque élevés (> II)	Virulence moyenne	
14	14 α	AE 3	1945	17,5	*19,1*	**16,4**
		B 2		23,2		
		T 17		20,5		
		T 18		30		
		T 20		14,1		
		T 32	1946	15,4		
		T 37		13,3		
		T 39	1947	19,5		
		T 55	1948	20		
		T 74	1949	18		
	14 ♀	E 3	1945	5	*14,9*	
		T 19		15		
		T 21		5,8		
		T 33	1946	6,6		
		T 34		15		
		T 36		13,3		
		H 18	1947	10		
		T 44		16		
		T 45		10		
		T 75	1950	27,6		
		T 78		29		
		T 79		30,3		
		T 84		10,5		
	14 A	T 50	1946	18,1	*13,5*	
		T 46	1947	10		
		T 48		12,5		
15	15 α	T 23	1945	68,2	*56,6*	**49,8**
		T 41	1947	60,9		
		T 76	1950	49,1		
		T 80		48,2		
	15 ♀	T 43	1947	22,4	*22,4*	
17		T 40	1947	45,5		**45,5**
21		T 77	1950	23,3		**30,2**
		T 83		37,2		

14 α (*Hope* modérément sensible, *Khapli* et *Kota* résistants), un biotype 14 ♀ (*Hope*, *Khapli* et *Kota* résistants) et un biotype 14 A (*Hope*, *Khapli* et *Kota* modérément sensibles) ; la virulence moyenne de ces trois biotypes apparaît toutefois peu différente. Les trois biotypes de la race 14 se sont manifestés à peu près chaque année en culture ; notons cependant que les années 1948 et 1949 se caractérisent par l'apparition exclusive du biotype 14 α tandis que l'année 1950 a offert seulement le biotype 14 ♀. La virulence propre du biotype 14 ♀ donne l'impression de s'être renforcée au cours des dernières années ; le degré

moyen de virulence passe, en effet, de 8,6 en 1945 à 11,6 en 1946, 12 en 1947 et 24,3 en 1950.

La race 15 se subdivise de son côté en deux biotypes très divergents : un biotype 15 α (*Hope* très sensible) et un biotype 15 β (*Hope* résistant) ; le biotype 15 paraît dans l'ensemble beaucoup plus virulent que le biotype 15 β, puisqu'il attaque plus ou moins fortement les variétés *GN*, *GP*, *Oro*, *Thatcher* et *Warren*, que le biotype 15 β respecte le plus souvent. La virulence propre du biotype 15 α donne l'impression de s'être amoindrie au cours des dernières années ; le degré moyen de virulence passe, en effet, de 68,2 en 1945 à 60,9 en 1947 et 48,6 en 1950 (1).

Le tableau IX résume les données relatives au comportement parasitaire des races biologiques et biotypes étudiés à l'égard d'un certain nombre de variétés de Blé choisies pour leur réaction très inégale envers la Rouille noire.

Par suite de leur virulence très inégale, la nature des races de ***Puccinia graminis tritici*** qui interviennent en culture conditionne étroitement la gravité des dégâts causés par la Rouille Noire. La race 14 s'observe chaque année ; mais, étant douée d'une virulence faible, elle ne provoque que des dégâts insignifiants en culture si elle intervient seule. Si, à l'attaque de la race 14, se superpose celle de l'une ou de plusieurs des races 15, 17 ou 21, races sensiblement plus virulentes, l'attaque en culture est sévère et certaines variétés, considérées en temps normal comme très résistantes, sont gravement atteintes. Le tableau X montre bien cette relation entre la nature du stock racial intervenant en culture et la gravité des dégâts constatés ; le pourcentage des variétés atteintes au champ en témoigne également d'une manière très démonstrative. Dans notre pépinière de variétés, à peu près stable dans sa composition depuis plusieurs années (nous avons éliminé la plupart des variétés sensibles, n'en gardant que quelques-unes destinées à capter et à développer la Rouille noire dans la collection), la proportion des variétés respectées par la maladie a varié comme suit selon les années :

En 1948 (race 14 seulement) : 150 variétés indemnes ou faiblement attaquées sur 175 au total.

En 1949 (race 14 seulement) : 125 variétés indemnes ou faiblement attaquées sur 170 au total.

En 1950 (races 14, 15 et 21) : 4 variétés indemnes ou faiblement attaquées (*Triticum timopheevi*, *GN*, *GP* et *Thatcher*) sur 172 au total.

(1) Les expérimentateurs nord-américains reconnaissent (dans le cadre des variétés différentielles utilisées par eux) de fortes variations de virulence au sein de la race 15 ; ainsi, par rapport au type moyen correspondant à la race 15, ils ont isolé un biotype 15 A (provenant du Japon et retrouvé aux États-Unis), peu virulent, et un biotype 15 B (provenant du Brésil et retrouvé aux États-Unis), extraordinairement virulent. *Hope*, *Iumillo*, *Rival* et *Triticum timopheevi* peuvent servir d'hôtes différentiels pour la caractérisation des biotypes 15 A et 15 B. La nette sensibilité de *Hope* et *Triticum timopheevi* à la fois à l'égard du biotype américain 15 B (degrés d'attaque respectifs : III + et III —, selon GRIMM, GORDON et DICKSON-1951) et à l'égard du biotype européen 15 α (degrés d'attaque respectifs : III + et III — selon nos propres essais) nous fait admettre l'identité de ces deux biotypes. Il est possible, par ailleurs, que le biotype européen 15 β, peu virulent dans l'ensemble et auquel *Hope* est hautement résistant (degré maximum d'attaque constaté par nous : 1), soit équivalent au biotype américain 15A, lui-même peu virulent.

Tableau IX

Réaction de quelques variétés de Blé à l'égard de 34 souches de ***Puccinia graminis tritici***

Souche	Race biologique	Biotype	*Riéti*	*Heines Kolben*	*Hope*	*GII*	*GN*	*GP*	*Oro*	*Thatcher*	*Warren*
AE 3			III	i(O)	III	i	i(IV)	i	i(II)	i	i(I)
B 2			IV —	O(O +)	II +	i	i	i(III —)	i	?i	?i
T 17			IV —	I	III —	I —	i	i	i	i	i(I +)
T 18			III +	i(O +)	III +	I	i	i	i	i	i(O +)
T 20		14 α	IV —	i(O)	III +	O(II)	i	i	i	i	i
T 32			III	i(I)	III	I	i	i	i(II)	i(II +)	i(I +)
T 37			IV —	O + (I)	III —	i	i	?i	i	i	i
T 39			IV	i(I)	III +	I —	i	i	i	i	I —
T 55			II(III)	i(I +)	III —	i	i(I +)	i(III +)	i(III)	i(III +)	i
T 74			III	i(O +)	II + (III)	i	i	i	i	i	i(I)
E 3			III	i(O)	i(O)	I	i	i	i	i	?i
H 18			?	?	i(II —)	?i	i	?i	i	?i	i(I)
T 19	14		III	i	i	i	i	i	i	i(II)	i
T 21			II	i	I	i(II —)	i	i(III —)	i	i	i
T 33			III	i(II +)	i	i	i	i	?i	?i	?i
T 34			IV	i(O +)	i	O +	i	i(IV)	?i	?i	i
T 36		14 β	IV	i	i(O)	i	i	i(IV)	i	i	i(O +)
T 44			?	?III	i(I)	i	i	i	i	i	i
T 45			III —	i	O	?	i	?i	i	?i	i(O +)
T 75			III +	O	O(I)	i(O +)	i	i	i	i	i(O)
T 78			III(IV)	II +	i(O +)	i(O +)	i	i(O)	i	i	O(I +)
T 79			?	i(O +)	i(O)	i(O)	i	i	i	i	i
T 84			?	i(O)	i(I)	i(I)	i	i	?i	i	i(O +)
T 46			?	?	I(II —)	?	i	?	i(O)	?i	O(I)
T 48		14 A	?	?	I(III —)	?	i	?i	i	i	i
T 50			i(IV)	O(III)	O(II +)	i(IV)	i	i	i	i	i(O +)
T 23			I(II +)	III —	IV —	IV	O(IV)	i(III +)	IV —	II	II(III —)
T 41		15 α	I(II)	III +	IV	IV —	i(IV)	IV	III	II +	IV
T 76			? i	III —	III	II(IV —)	i(IV)	i(IV)	?i	i(O)	II(II +)
T 80	15		I(III)	III-(IV)	II(II +)	III(IV)	i(IV)	i(IV)	III(IV —)	i(II)	III(IV —)
T 43		15 β	?	?	i(I)	i	i	i	i (IV —)	i	i(III —)
T 40	17		?I +	IV	IV	IV —	i	i	III —	II +	III
T 77	21		i(III +)	I(III +)	i(II +)	i(IV)	i	i	i	i	i(IV —)
T 83			i(IV —)	i(III +)	i(III)	i(IV)	i	i	i	i	i

TABLEAU X

Répartititon des races biologiques de ***Puccinia graminis tritici*** *isolées en France au cours des années 1944 à 1950 (les années 1945, 1947 et 1950 se caractérisent par la gravité des dégâts causés en culture par la maladie).*

Années	Race 14	Race 15	Race 17	Race 21
1944	+	—	—	—
1945	+	+	—	—
1946	+	—	—	—
1947	+	+	+	—
1948	+	—	—	—
1949	+	—	—	—
1950	+	+	—	+

IV. — ÉVOLUTION DE LA ROUILLE NOIRE EN NATURE

Les dates d'apparition de la Rouille noire à Grignon ont varié sensiblement au cours des années 1941 à 1950.

La f. sp. ***secalis*** est la plus précoce (apparition dès le 24 mai en 1948, dès le 28 mai en 1947, au cours de la première quinzaine de juin le plus souvent, exceptionnellement le 6 juillet en 1944). La f. sp. ***tritici*** la suit de plus ou moins près selon les années ; elle se manifeste entre le 10 juin et le 10 juillet dans la plupart des cas, rarement plus tôt (dès le 2 juin en 1945 et en 1950) ou plus tard (le 12 juillet en 1944, le 15 juillet en 1941). La f. sp. ***avenae*** est la plus tardive des formes de Rouille noire s'attaquant aux céréales ; son apparition survient très régulièrement au cours du mois de juillet, le plus souvent dans la première quinzaine de ce mois, rarement plus tard (le 19 juillet en 1946, le 24 juillet en 1944). La f. sp. ***lolii*** est très inconstante dans ses manifestations initiales ; en général tardive, elle n'a été rencontrée en aucun cas sur les *Lolium* indigènes avant le 7 juillet, mais ne s'observe parfois que beaucoup plus tard (le 31 juillet en 1944, le 7 septembre en 1949, le 11 septembre en 1950).

En marge des données précitées, notons une apparition anormalement précoce et tout à fait exceptionnelle de ***Puccinia graminis*** en 1943 : urédosores visibles dès le 26 mai sur un pied de *Triticum dicoccum* du Jardin Botanique de Grignon (alors qu'en culture la maladie n'était pas observée sur Blé avant le 9 juillet) et sur quelques souches de *Lolium perenne* de provenance méridionale (alors que les *Lolium* de souche locale n'étaient pas atteints par la maladie avant le 8 juillet).

Envisagée dans ses incidences éventuelles sur la gravité des attaques de Rouille noire, la répartition dans le temps, selon les années, des manifestations premières de la maladie prête aux observations suivantes :

Les années de Rouille noire active dans les cultures correspondent, dans

TABLEAU XI

Répartition dans l'espace et dans le temps des prélèvements d'échantillons des diverses races biologiques de ***Puccinia graminis tritici.***

Puccinia graminis tritici			Prélèvement des échantillons		Année
Souche	Race biologique	Biotype	Lieu	Date	
AE 3			Grignon	30 juin	
B 2			—	21 juillet	
T 17			Montpellier	19 mai	1945
T 18			Grignon	2 juin	
T 20			—	12 —	
T 32		14 α	Charente	juin	1946
T 37			Manche	12 juillet	
T 39			Montpellier	22 avril	1947
T 55			Grignon	août	1948
T 74			Montpellier	10 mai	1949
E 3			Grignon	18 juillet	
T 19			—	4 juin	1945
T 21			—	4 juillet	
T 33			—	26 juin	
T 34			—	11 juillet	1946
T 36			Manche	12 —	
H 17	14	14 β	—	22 —	
H 18			Pyrénées	4 août	1947
T 44			Frise	8 juillet	
T 45			Manche	22 —	
T 75			Grignon	10 juin	
T 78			Versailles	17 —	
T 79			—	17 —	1950
T 84			Grignon	17 juillet	
T 50		14 A	Somme	septembre	1946
T 46			Drôme	1er août	1947
T 48			Pyrénées	4 —	
AE 5		?	Grignon	22 septembre	1947
T 47			Lozère	4 août	
T 71			Angers	10 septembre	1948
T 86			Grignon	17 juillet	1950
T 23		15 α	Manche	21 juillet	1945
T 41			Grignon	10 juin	1947
T 76	15		—	12 —	1950
T 80			—	19 —	
T 43		15 β	—	1er juillet	1947
T 40	17		—	10 juin	1947
T 77	21		—	15 —	1950
T 83			—	10 juillet	

l'ensemble, aux années pour lesquelles la maladie est apparue de bonne heure sur les Blés : le 23 juin en 1942, le 2 juin en 1945, le 26 juin en 1946, le 10 juin en 1947, le 29 juin en 1948, le 10 juin en 1949, le 2 juin en 1950.

La sévérité des dégâts causés dans les champs de Blé par la Rouille noire

dépend cependant bien plus de la nature des races biologiques de ***Puccinia graminis*** intervenant en culture que de la précocité d'apparition de la maladie : pour les 7 années précitées, toutes caractérisées par une évolution précoce et active de la maladie dans les cultures, les dégâts ont été insignifiants ou peu sévères en 1942, 1946, 1948 et 1949, années pour lesquelles seule la race 14 est intervenue, beaucoup plus graves par contre en 1945, 1947 et 1950, années pour lesquelles la race 14 était accompagnée des races virulentes 15, 17 ou 21.

La répartition, dans le temps et dans l'espace, des manifestations de Rouille noire en culture, en fonction des races biologiques de ***Puccinia graminis tritici*** isolées par nos soins, est résumée dans le tableau XI ; on retiendra plus particulièrement les faits d'observation suivants :

L'apparition des premiers urédosores sur Blé dans le Bassin Parisien (à Grignon) survient de 15 à 50 jours plus tard que sur les rives méditerranéennes (à Montpellier).

A Montpellier, la race 14 de ***Puccinia graminis tritici*** est observée très tôt à de certaines années : le 19 mai en 1945, le 22 avril en 1947, le 10 mai en 1949.

A Grignon, l'apparition première des diverses races biologiques de ***Puccinia graminis tritici*** est notée à peu près au même moment :

	Race 14	Race 15	Race 17	Race 21
Année 1947.....	—	10 juin	10 juin	—
— 1950.....	10 juin	12 juin	—	15 juin

V. — OBTENTION EXPÉRIMENTALE D'ÉCIDIES

Au cours de chaque année, le matériel téleutosporifère récolté est mis à hiverner au-dehors et est utilisé, au printemps suivant, pour la contamination de jeunes plants de *Berberis vulgaris* en pots ; très régulièrement, une partie seulement de ce matériel procure une infection positive.

Le tableau XII résume les résultats obtenus au cours de 254 essais de contamination, dont 118 (soit 46 p. 100) se sont montrés positifs et 136 (soit 54 p. 100) négatifs ; il ressort de l'examen de ce tableau :

Dans le cadre générique, les genres *Agropyrum*, *Arrhenatherum*, *Avena*, *Dactylis*, *Elymus*, *Secale* et *Triticum* se révèlent particulièrement propices à l'évolution écidienne post-hivernale (sur *Berberis*) des téleutospores formées sur leurs organes aériens ; en aucun cas, les téleutospores ayant évolué sur les genres *Alopecurus*, *Briza*, *Corynephorus*, *Cynosurus*, *Koeleria*, *Lamarckia*, *Phalaris*, *Phleum*, *Sesleria* et *Vulpia* n'ont permis l'obtention d'écidies sur *Berberis vulgaris* [1].

Dans le cadre spécifique, les espèces *Agropyrum caninum* et *repens*, *Avena* cult., *Elymus canadensis*, *Festuca arundinacea*, *Hordeum murinum*, *Secale*

[1] Peut-être la médiocrité de la probasidiogénèse chez ces derniers genres de Graminées est-elle, en partie, responsable des échecs constatés ?

cereale et *Triticum* cult. favorisent au plus haut degré l'évolution écidienne ultérieure (sur *Berberis*) des téleutospores auxquelles elles donnent naissance

Tableau XII

Obtention expérimentale d'écidies sur Berberis vulgaris *à partir des hôtes téleutosporifères de* ***Puccinia graminis***

Hôtes téleutosporifères	Contaminations expérimentales			Hôtes téleutosporifères	Contaminations expérimentales		
	—	+	% des +		—	+	% des +
Aegilops	4	1	*20*	*Hordeum*	9	6	*40*
Agropyrum	4	15	*79*	*Koeleria*	2	0	*0*
Agrostis	3	1	*25*	*Lagurus*	2	1	*33*
Alopecurus	1	0	*0*	*Lamarckia*	1	0	*0*
Arrhenatherum	3	5	*62*	*Lolium*	9	5	*35*
Avena	8	15	*65*	*Phalaris*	3	0	*0*
Briza	1	0	*0*	*Phleum*	3	0	*0*
Bromus	11	3	*21*	*Poa*	4	3	*43*
Corynephorus	1	0	*0*	*Secale*	4	10	*71*
Cynosurus	2	0	*0*	*Sesleria*	2	0	*0*
Dactylis	5	6	*55*	*Trisetum*	1	1	*50*
Elymus	1	4	*80*	*Triticum*	43	40	*48*
Festuca	4	2	*33*	*Vulpia*	5	0	*0*

VI. — COMPORTEMENT DES VARIÉTÉS DE CÉRÉALES A L'ÉGARD DE LA ROUILLE NOIRE

Nos observations en nature, qui ont porté, à de certaines années, sur environ 400 variétés de céréales, et nos contaminations artificielles en serre, qui atteignent, pour l'ensemble des dix années sur lesquelles s'étendent nos recherches, au nombre de 32 000 environ et qui ont été réalisées à l'aide de 248 souches de ***Puccinia graminis***, nous ont permis d'établir un classement des variétés de céréales en fonction de leur résistance ou de leur sensibilité à la Rouille noire. L'essentiel de ce classement a été donné dans un travail antérieur; nous l'avons complété, au cours de ces dernières années, en portant notre attention plus spécialement sur un nombre restreint de variétés particulièrement dignes d'intérêt : quelques variétés différentielles nord-américaines, certaines variétés indigènes ou étrangères remarquables par leur extrême sensibilité ou par leur très grande résistance ou par l'irrégularité de leur comportement, enfin certaines espèces de *Triticum* (*monococcum* et *timopheevi*) dont la comparaison avec les espèces utilitaires de Blé (*Triticum durum* et *vulgare* surtout) est intéressante à divers titres.

Les tableaux D à H résument les observations précitées, dans la mesure où elles concernent la Rouille noire du Blé ; ils précisent les résultats de 3 728

essais de contamination artificielle effectués à l'aide de 40 souches de ***Puccinia graminis tritici***, se répartissant comme suit :

Souche	Nombre d'essais	Souche	Nombre d'essais	Souche	Nombre d'essais	Souche	Nombre d'essais	Souche	Nombre d'essais
AE 3	70	T 20	60	T 37	90	T 45	126	T 76	160
B 2	47	T 21	59	T 38	24	T 46	22	T 77	174
E 2	28	T 23	64	T 39	134	T 48	16	T 78	226
E 3	51	T 32	97	T 40	105	T 49	37	T 79	217
H 17	74	T 33	62	T 41	124	T 50	42	T 80	285
T 17	71	T 34	72	T 42	29	T 55	232	T 83	101
T 18	49	T 35	33	T 43	32	T 74	139	T 84	84
T 19	69	T 36	83	T 44	115	T 75	186	V 1	39

Dans l'ensemble, les espèces et variétés expérimentées peuvent être classées comme suit :

Des *variétés très résistantes* :

GN et *GP*, l'un et l'autre immunes à l'égard des races ou biotypes 14 A, 15 β, 17 et 21, très résistants aux biotypes 14 α et 14 β, sont assez sensibles seulement au biotype 15 α.

Ces variétés (1) se montrent, en culture, presque totalement réfractaires à l'égard de la Rouille noire ou ne donnent qu'exceptionnellement lieu à une attaque d'intensité notable. Au cours de sept années d'observations consécutives au champ, ces deux variétés sont demeurées constamment indemnes, sauf au cours de l'année 1947 où nous avons noté une faible attaque sur *GP* et une seule plante de *GN* portant, sur deux tardillons, une légère atteinte de Rouille noire ; en 1950, année de Rouille précoce et sévère en culture, toutes les variétés (172 au total) de nos cultures expérimentales ont été plus ou moins fortement atteintes, à la seule exception de *Triticum timopheevi* indemne, *GN* et *GP* très faiblement attaqués et *Thatcher* faiblement touché.

Ces observations font, de *GN* et *GP*, surtout du premier qui se comporte mieux encore que le second dans l'ensemble, des géniteurs particulièrement appropriés à l'obtention de variétés de Blé résistantes à la Rouille noire.

Des *variétés résistantes* :

Thatcher en est le type. Réfractaire ou à peu près à la race 14 et à la race 21, assez résistant à la race 15, il ne semble témoigner d'une certaine sensibilité qu'à l'égard de la race 17. En fait, son comportement est très bon au champ ; échappant le plus souvent à la maladie, il n'a été touché dans nos cultures, et encore faiblement, qu'au cours des années 1947 et 1950, par suite de l'intervention locale des races 15, 17 et 21.

Des *variétés assez résistantes* :

Le comportement de *Warren* rappelle beaucoup celui de *Thatcher* ; mal-

(1) *GN* et *GP*, créations de la Station centrale d'amélioration des plantes de Dijon, sont deux hybrides complexes acceptant l'un et l'autre comme géniteurs *Hohenheimer* 77, *K 3*, *Martin* et *Oro*.

heureusement, sa sensibilité assez grande à la race 15, et plus nette encore à la race 17, explique que cette variété ait été, dans nos cultures, attaquée à un degré moyen en 1947 et à un degré élevé en 1950.

On retrouve ces mêmes particularités chez *Oro* qui, réfractaire à l'égard des races 14 et 21, est modérément sensible à la race 17 et plus encore à la race 15 ; de ce fait, *Oro* a été, dans nos cultures, sévèrement touché en 1947 et violemment attaqué en 1950.

Parmi les lignées et hybrides dérivés qui retiennent actuellement l'attention des génétistes nord-africains, on n'observe une résistance appréciable à la Rouille noire que chez un tout petit nombre d'entre eux : *Kenya* 1294 6 *d* 2 (réfractaire aux races 17 et 21, assez résistant aux races 14 et 15), *Kenya* 1297 18 *d* 3 (réfractaire à la race 21, assez résistant à la race 14, mais assez sensible à la race 15), *Kenya* × *Florence* × *Dundee* 1341 17 *d* 1 (réfractaire à la race 17, très résistant à la race 14, mais assez sensible à la race 15) et *Kenya* × *Gular* × *Ford* × *Baringa* 1359 5 *d* 1 (réfractaire à la race 14, résistant à la race 15).

Triticum timopheevi se comporte, à l'égard de la Rouille noire, de façon bien particulière. Réputé pour sa haute résistance à la maladie, en fait respecté dans nos cultures même au cours des années les plus critiques (indemne en 1947 et en 1950), *T. timopheevi* témoigne cependant, par contamination expérimentale de jeunes plantules en serre, d'une sensibilité intrinsèque peu encourageante, tout au moins à l'égard des races 14, 15 et 17 ; il se révèle même hautement sensible à l'égard du biotype 15 *a*. Mais sa très bonne résistance au champ, à l'approche de la maturité, détruit les craintes que fait naître l'étude de ses réactions au cours du premier développement de la plante.

Des *variétés plus ou moins sensibles*.

Certaines variétés de Blé sont atteintes par la Rouille noire à un degré qui exclut toute possibilité de bon comportement de la céréale à l'égard de la maladie : *Minhardi*, *Vilmorin* 23 et *Yveline* parmi les variétés indigènes, certaines lignées de *Florence-Aurore* × *Pusa* 4 et la plupart des Blés tendres et durs de sélection marocaine parmi les variétés soumises à notre expérimentation. *Triticum monococcum* est également très sensible dans l'ensemble, sauf peut-être à l'égard de la race 21.

D'autres variétés font preuve d'un comportement plus irrégulier qui laisse espérer l'existence, chez les lots de semences utilisés par les expérimentateurs, de lignées d'inégale valeur dont quelques-unes sont plus ou moins nettement ou même totalement résistantes à l'égard de certaines races biologiques ou de certains biotypes de ***Puccinia graminis tritici*** : il n'est pas exclu que l'utilisation de ces variétés comme géniteurs pour l'obtention de sortes nouvelles de Blé résistantes à la Rouille noire puisse réserver des surprises heureuses à ceux qui seraient tentés d'y faire appel dans leurs travaux de sélection ou d'hybridation. Parmi ces variétés non dénuées d'intérêt malgré leur comportement irrégulier ou insuffisamment satisfaisant dans l'ensemble, nous retiendrons surtout les suivantes :

Bersée, Dômes, GH, Liberator, Marival, Dr Mazet, PLM 1 et *Yga* parmi les variétés d'obtention locale.

Florence 135, *Fylgia, Heines Kolben, Hope, Piave* 692 et 702 et *Rieti* parmi les variétés d'obtention étrangère.

Certaines lignées de *Florence-Aurore* × *Pusa* 4, *Florence* × *Ford* 1350 5 *d* 1, *Oued Zenati* 368, *Pusa* 6 5 *d* 1 et 5 *d* 2, *Pusa* 26 × *Florence* 1366 10 *d* 4 et *Sbei* × *M'rari* 11 *l r* 1 parmi les hybrides actuellement à l'étude en Afrique septentrionale.

VII. — RÉSUMÉ

Le Laboratoire de Botanique de l'École Nationale d'Agriculture de Grignon a mis à l'étude, depuis 1941, le problème de la Rouille noire des céréales. Au total, le nombre de variétés de céréales en observation a été de 400, le nombre de souches de ***Puccinia graminis*** mises à l'essai est de 248, le nombre de contaminations artificielles réalisées est de 31 800.

P. gr. tritici a été isolé, en nature, 86 fois du Blé, 12 fois de l'Orge, 5 fois d'*Hordeum murinum*, 3 fois d'*Elymus canadensis*, 2 fois d'*Ægilops ovata* et *Bromus maximus*, 1 fois d'*Ægilops crassa, triuncialis* et *ventricosa, Bromus macrostachys, Lagurus ovatus* et *Vulpia myuros* ; 22 espèces de Graminées, appartenant aux genres *Ægilops, Agropyrum, Bromus, Elymus, Hordeum, Lolium* et *Secale* ont été artificiellement contaminées avec succès.

P. gr. avenae a été isolé, en nature, 22 fois de l'Avoine, 3 fois d'*Arrhenatherum elatius, Avena fatua* et *Lagurus ovatus*, 2 fois d'*Alopecurus agrestis* et *Trisetum flavescens*, 1 fois de *Bromus tectorum, Dactylis glomerata, Koeleria villosa, Lolium temulentum, Poa trivialis, Sesleria cylindrica, Vulpia alopecurus* et *myuros* ; 39 espèces de Graminées, appartenant aux genres *Agropyrum, Alopecurus, Arrhenatherum, Avena, Brachypodium, Bromus, Cynosurus, Dactylis, Festuca, Gaudinia, Holcus, Hordeum, Koeleria, Lagurus, Lolium, Melica, Phleum, Poa, Sesleria, Trisetum* et *Vulpia* ont été artificiellement contaminées avec succès.

P. gr. secalis a été isolé, en nature, 14 fois du Seigle, 13 fois d'*Agropyrum repens*, 3 fois d'*Agropyrum caninum* et *Elymus canadensis*, 2 fois de *Bromus arduennensis*, 1 fois de *Bromus mollis, Elymus arenarius, Hordeum secalinum* et Orge ; 31 espèces de Graminées, appartenant aux genres *Ægilops, Agropypyrum, Bromus, Elymus, Hordeum, Lamarckia, Lolium, Triticum* et *Vulpia* ont été artificiellement contaminées avec succès.

P. gr. lolii a été isolé, en nature, 20 fois de *Lolium* sp. (14 fois de *perenne*, 4 fois de *temulentum*, 1 fois de *linicolum* et 1 fois de *remotum*), 3 fois de *Festuca arundinacea*, 1 fois d'*Arrhenatherum elatius, Festuca gigantea, Phleum arenarium, Phleum nodosum* et *Poa chaixii* ; 28 espèces de Graminées, appartenant aux genres *Arrhenatherum, Avena, Bromus, Dactylis, Festuca,*

Tableau A

Relations entre les formes spéciales de **Puccinia graminis** *et leurs hôtes spontanés ou provoqués*

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*							
	tritici		*avenae*		*secalis*		*lolii*	
	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)
Aegilops crassa	1	IV				III +		
— *ovata*	2	IV		i		III		i
— *squarrosa*		IV —				II		
— *triaristata*		IV				III		
— *triuncialis*	1	III				IV —		
— *ventricosa*	1					III		
Agropyrum caninum		III		I	3	IV		i
— *repens*		i			13	IV		i
Agrostis alba		i				i		
Aira caespitosa				i				
— *caryophyllea*		i						
Alopecurus agrestis		i	2	IV		i		
— *pratensis*		i						
Andropogon ischaemum		i						
Anthoxanthum odoratum		i		i		i		i
Arrhenatherum bulbosum				III				
— *elatius*		i	3	III +		i	1	IV —
Avena fatua		i	3	IV				III
— *montana*				IV				O+
— *pratensis*				IV				
— *sativa*		i	22	IV		i		O/I
— *sterilis*			1	III +				
Brachypodium distachyon		i						
— *pinnatum*				i		i		
— *sylvaticum*		i		I		i		
Briza maxima		i						
— *minor*		i						
Bromus adoensis		II +				I		I +
— *arduennensis*				II	2			
— *arvensis*		I		i		O		III
— *asper*						i		
— *commutatus*		II				II		i
— *erectus*		i/O		i		O		i
— *inermis*						II —		III
— *intermedius*		III		III		II		III
— *macrostachys*	1	III		II		I +		II
— *madritensis*				O		II		
— *maximus*	2	III		II +		II —		IV —
— *mollis*		III		I	1	III		III +
— *patulus*		I —				i		
— *racemosus*		I —				II		III
— *rubens*		III —		III —		II —		III
— *schraderi*		I —				i		i
— *secalinus*		II —		i		I		I +
— *squarrosus*		i				I —		
— *sterilis*		II +		II +		I +		III
— *tectorum*		III +	1	III —		II +		III

TABLEAU A

(suite)

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*							
	tritici		*avenae*		*secalis*		*lolii*	
	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)
Cenchrus tribuloides...		i						
Cynosurus cristatus....		i		i				i
— *echinatus* ..		i		III				i
Dactylis glomerata.....		i	1	IV		i		IV
Danthonia decumbens .				i				
Eleusine indica.....		i						
Elymus arenarius.....					1			
— *canadensis*....	3	III —			3	IV —		
— *dasystachys* ...		i						
— *europaeus*						III		
— *giganteus*.....		i						
Festuca arundinacea ..		i		i		i	3	IV
— *gigantea*							1	III —
— *ovina*				III				II
— *rubra*								i
Gaudinia fragilis		i		II		i		
Holcus lanatus.....		i		II +		i		I
— *mollis*				IV				
Hordeum murinum ...	5	II		i		II +		i
— *secalinum* ...						I		
— *vulgare*.....	12	IV		II +	1	III +		III
Koeleria cristata				IV				
— *phleoides*		i						i
— *setacea*		i						
— *villosa*.....			1					
Lagurus ovatus.....	1	i	3	IV —		i		IV
Lamarckia aurea				III		II +		
Lolium italicum		i		III +		i		IV
— *linicolum*		O +		IV —			1	IV —
— *multiflorum* ...								III
— *perenne*		II		III		III —	14	IV
— *remotum*.....							1	III
— *rigidum*.....		i		II +		i		IV
— *temulentum* ...		I	1	II +		II +	4	IV
Melica ciliata				I				
— *nutans*.....		i						
Nardurus unilateralis..		i						
Panicum miliaceum....		i						
Pennisetum villosum...		i						
Phalaris arundinacea .		i						
Phleum arenarium....		i		II			1	III
— *asperum*		i						II —
— *boehmeri*.....		i		III				II
— *nodosum*		i				i	1	
— *pratense*.....		i		i				III
Polypogon littoralis....		i						
Poa chaixii							1	
— *compressa*		i		i				
— *pratensis*.....		i		i				i
— *trivialis*.....		i	1	IV				O

TABLEAU A

(suite et fin)

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*							
	tritici		*avenae*		*secalis*		*lolii*	
	Isolée (nombre de fois)	Transmise (dégré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)	Isolée (nombre de fois)	Transmise (degré d'attaque max.)
Secale cereale		III		i	14	IV		III
Sesleria argentea		i						
— *cylindrica*.....			1	II				
Setaria italica		i						
— *viridis*.....		i						
Stipa pennata		i						
Tragus racemosus		i						
Trisetum flavescens ...			2	II				
Triticum sp.....	86	IV		i		IV		III +
Vulpia alopecurus.....			1					
— *myuros*	1	i	1	IV		?IV —		IV —

Holcus, Hordeum, Lagurus, Phleum, Secale, Triticum et *Vulpia* ont été artificiellement contaminées avec succès.

Dans la majorité de nos essais, le Blé, l'Orge et le Seigle apparaissent réfractaires à l'infection par la f. sp. ***lolii*** ; ils ont toutefois été rarement attaqués : le Blé au degré III +, l'Orge au degré III et le Seigle au degré III. L'Avoine est demeurée constamment indemne, mais *Avena fatua* a été parfois attaquée aux degrés I à III.

Une forme spéciale de Rouille noire (f. sp. ***agropyri***) vit sur les Chiendents, mais respecte le Blé, le Seigle, l'Orge et l'Avoine.

Vingt-et-une souches isolées de diverses Graminées appartenant aux genres *Agropyrum, Agrostis, Anthoxanthum, Arrhenatherum, Bromus, Cynosurus, Dactylis, Festuca, Phalaris, Poa* et *Sesleria* n'ont pu être rattachées avec certitude à aucune des formes spéciales précitées.

Sur 254 essais de contamination sur *Berberis vulgaris* à partir de téleutospores de ***Puccinia graminis*** prélevées sur Graminées et ayant hiverné dehors, 118 (soit 46 p. 100) se sont montrés positifs et 136 (soit 54 p. 100) négatifs ; des écidies ont été obtenues, facilement et copieusement, à partir d'*Agropyrum caninum* et *repens, Avena* cult., *Elymus canadensis, Festuca arundinacea, Hordeum murinum, Secale cereale* et *Triticum* cult. En tous les cas, les écidies apparues sur *Berberis* dans la nature se sont révélées appartenir à ***P. gr. secalis.***

Chacune des quatre formes spéciales de ***Puccinia graminis*** témoigne d'une spécialisation parasitaire peu restreinte :

La f. sp. ***tritici*** est adaptée essentiellement aux genres *Ægilops, Hordeum*

TABLEAU B

Relations entre les formes spéciales de ***Puccinia graminis*** *et leurs hôtes spontanés ou provoqués*

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*																			
	tritici					*avenae*					*secalis*					*lolii*				
	Contaminations expérimentales			Degré d'attaque		Contaminations expérimentales			Degré d'attaque		Contaminations expérimentales			Degré d'attaque		Contaminations expérimentales			Degré d'attaque	
	—	+	p. 100 des +	moy.	max.	—	+	p. 100 des +	moy.	max.	—	+	p. 100 des +	moy.	max.	—	+	p. 100 des +	moy.	max.
Aegilops crassa	0	2	*100.*	IV	IV						0	5	*100*	II	III +					
— *ovata*	9	25	*74*	III	IV	5	0	*0*	i	i	5	10	*67*	I	III	4	0	*0*	i	i
— *squarrosa*	2	9	*82*	II +	IV —						1	1	*50*	i	II					
— *triaristata*	1	10	*91*	III	IV						1	8	*89*	I	III					
— *triuncialis*	2	3	*60*	II	III						2	9	*82*	I	IV —					
— *ventricosa*											4	2	*33*	I	III					
Agropyrum caninum	6	3	*33*	O	III	9	1	*10*	i	I	3	17	*85*	II	IV	6	0	*0*	i	i
— *repens*	2	0	*0*	i	i						8	18	*69*	II +	IV	2	0	*0*	i	i
Agrostis alba	1	0	*0*	i	i						2	0	*0*	i	i					
Aira caespitosa						1	0	*0*	i	i										
— *caryophyllea*	2	0	*0*	i	i															
Alopecurus agrestis	4	0	*0*	i	i	19	3	*14*	i	IV	11	0	*0*	i	i					
— *pratensis*	1	0	*0*	i	i															
Andropogon ischaemum	2	0	*0*	i	i															
Anthoxanthum odoratum	3	0	*0*	i	i	13	0	*0*	i	i	3	0	*0*	i	i	4	0	*0*	i	i
Arrhenatherum bulbosum						0	1	*100*	?	III										
— *elatius*	6	0	*0*	i	i	6	20	*77*	II	III +	7	0	*0*	i	i	7	7	*50*	I	IV —
Avena fatua	3	0	*0*	i	i	0	22	*100*	III +	IV						8	4	*33*	i	III
— *montana*						0	8	*100*	IV	IV						1	0	*0*	i	O +
— *pratensis*						0	1	*100*	?	IV										
— *sativa*	13	0	*0*	i	i		*nbx*	*100*	IV	IV	30	0	*0*	i	i	26	0	*0*	i	O/I
— *sterilis*						0	4	*100*	III	III +										
Brachypodium distachyon	3	0	*0*	i	i															
— *pinnatum*						8	0	*0*	i	i	3	0	*0*	i	i					
— *sylvaticum*	1	0	*0*	i	i	11	1	*8*	i	I	5	0	*0*	i	i					
Briza maxima	3	0	*0*	i	i															
— *minor*	3	0	*0*	i	i															
Bromus adoensis	0	5	*100*	II	II +						0	1	*100*	?	I	0	1	*100*	?	I +
— *arduennensis*						1	2	*67*	II	II										
— *arvensis*	5	3	*37*	I	I	2	0	*0*	i	i	5	0	*0*	i	o	5	5	*50*	II	III

| | | |

TABLEAU B

(suite)

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*																			
	tritici					*avenae*					*secalis*					*lolii*				
	Contaminations expérimentales			Degré d'attaque		Contaminations expérimentales			Degré d'attaque		Contaminations expérimentales			Degré d'attaque		Contaminations expérimentales			Degré d'attaque	
	—	+	p. 100 des +	moy.	max.	—	+	p. 100 des +	moy.	max.	—	+	p. 100 des +	moy.	max.	—	+	p. 100 des +	moy.	max.
Melica ciliata						1	1	*50*	i	I										
— *nutans*	1	0	*0*	i	i															
Nardurus unilateralis	2	0	*0*	i	i															
Panicum miliaceum	2	0	*0*	i	i															
Pennisetum villosum	3	0	*0*	i	i															
Phalaris arundinacea	1	0	*0*	i	i															
Phleum arenarium	4	0	*0*	i	i	0	2	*100*	II	II						2	3	*60*	i	III
— *asperum*	1	0	*0*	i	i											1	1	*50*	i	II—
— *boehmeri*	4	0	*0*	i	i	2	1	*33*	i	III						3	2	*40*	i	II
— *nodosum*	2	0	*0*	i	i						2	0	*0*	i	i					
— *pratense*	5	0	*0*	i	i	5	0	*0*	i	i						1	6	*86*	II	III
Polypogon littoralis	2	0	*0*	i	i															
Poa compressa	1	0	*0*	i	i	2	0	*0*	i	i										
— *pratensis*	5	0	*0*	i	i	4	0	*0*	i	i						4	0	*0*	i	i
— *trivialis*	1	0	*0*	i	i	2	6	*75*	i	IV						1	0	*0*	?	0
Secale cereale	36	14	*28*	I	III	31	0	*0*	i	i	0	*nbx*	*100*	III +	IV	12	12	*50*	I	III
Sesleria argentea	1	0	*0*	i	i															
— *cylindrica*						1	1	*50*	O	II										
Setaria italica	1	0	*0*	i	i															
— *viridis*	2	0	*0*	i	i															
Stipa pennata	1	0	*0*	i	i															
Tragus racemosus	2	0	*0*	i	i															
Trisetum flavescens						0	1	*100*	?	II										
Triticum sp.	0	*nbx*	*100*	III +	IV	36	0	*0*	i	i	64	7	*10*	i	IV	25	1	*4*	i	III +
Vulpia myuros	3	0	*0*	i	i	2	20	*91*	III	IV	9	0	*0*	i	?IV—	0	8	*100*	III	IV —

(espèces cultivées) et *Triticum*, accessoirement aux genres *Agropyrum*, *Bromus*, *Elymus* et *Secale*.

La f. sp. ***avenae*** est adaptée essentiellement aux genres *Arrhenatherum*, *Avena*, *Dactylis*, *Holcus*, *Koeleria*, *Lagurus*, *Lamarckia*, *Trisetum* et *Vulpia*, accessoirement aux genres *Bromus*, *Cynosurus*, *Festuca*, *Phleum* et *Sesleria*.

La f. sp. ***secalis*** est adaptée essentiellement aux genres *Agropyrum*, *Elymus*, *Hordeum* (espèces cultivées) et *Secale*, accessoirement aux genres *Ægilops*, *Bromus*, *Hordeum* (espèces spontanées) et *Lamarckia*.

La f. sp. ***lolii*** est adaptée essentiellement aux genres *Dactylis*, *Lolium* et *Vulpia*, accessoirement aux genres *Arrhenatherum*, *Avena* (espèces spontanées), *Bromus*, *Holcus*, *Hordeum* (espèces cultivées), *Phleum* et *Secale*.

Au total, pour un ensemble de 106 espèces de Graminées (spontanées ou cultivées) sur lesquelles a été étudié (par le moyen de 2 371 contaminations provoquées) le comportement des quatre formes spéciales de ***Puccinia graminis***, il a été constaté que le nombre des genres et espèces de Graminées susceptibles d'héberger la Rouille noire est respectivement : 8 et 29 pour la f. sp. ***tritici***, 21 et 41 pour la f. sp. ***avenae***, 10 et 35 pour la f. sp. ***secalis***, 14 et 38 pour la f. sp. ***lolii***.

Certains genres de Graminées sont particulièrement réceptifs à l'égard de la Rouille noire et peuvent héberger plusieurs formes spéciales de ***Puccinia graminis*** ; les genres *Bromus* et *Lolium* peuvent héberger, l'un et l'autre, les quatre formes spéciales de Rouille noire.

Les races biologiques de ***Puccinia graminis tritici*** ont été identifiées par utilisation des variétés différentielles nord-américaines.

La race 14 a été reconnue en de nombreuses localités de France au cours de chacune des années 1945 à 1951 ; elle apparaît fin avril ou en mai dans la France méridionale, en juin dans la France septentrionale, mais ne cause que des dégâts insignifiants en culture si elle intervient seule.

La race 21 a été observée seulement en 1950 ; elle paraît assez virulente.

La race 15 s'est manifestée en 1945, 1947 et 1950, et la race 17 en 1947 ; ces deux races sont très virulentes.

Les races 15, 17 et 21 apparaissent au début de juin dans le Nord de la France ; lors des années où leur apparition a été constatée (1945, 1947, 1950), les dégâts causés par la Rouille noire en culture ont été particulièrement graves.

Les races 15, 17 et 21 ont été observées seulement sur Blé ; la race 14 a été isolée, non seulement sur Blé, mais aussi sur *Ægilops crassa*, *Bromus macrostachys*, *Elymus canadensis*, *Hordeum murinum* et *Vulpia myuros* en 1945, sur *Bromus maximus* en 1946, sur *Ægilops ventricosa* et *Hordeum distichum* en 1947.

Trois biotypes ont été identifiés au sein de la race 14 : 14 α (*Hope* modérément sensible, *Khapli* et *Kota* résistants), 14 ♀ (*Hope*, *Khapli* et *Kota* résistants) et 14 A (*Hope*, *Khapli* et *Kota* modérément sensibles) ; ces trois biotypes sont à peu près également virulents. La virulence du biotype 14 ♀ donne l'impression

TABLEAU C

Relations entre les formes spéciales de ***Puccinia graminis*** *et leurs hôtes spontanés ou provoqués*

Hôte	Formes spéciales de *Puccinia graminis*											
	tritici			*avenae*			*secalis*			*lolii*		
	Isolée (nombre de fois)	P. 100 des infections positives	Degré d'attaque moyen	Isolée (nombre de fois)	P. 100 des infections positives	Degré d'attaque moyen	Isolée (nombre de fois)	P. 100 des infections positives	Degré d'attaque moyen	Isolée (nombre de fois)	P. 100 des infections positives	Degré d'attaque moyen
Aegilops	5	81	III		0	i		70	I		0	i
Agropyrum		16	O		5	i	16	77	II		0	i
Agrostis		0	i					0	i			
Aira		0	i		0	i						
Alopecurus		0	i	2	14	i		0	i			
Andropogon		0	i									
Anthoxanthum		0	i		0	i		0	i		0	i
Arrhenatherum		0	i	3	88	II		0	i	1	25	I
Avena		0	i	26	100	III +		0	i		11	i
Brachypodium		0	i		4	i		0	i			
Briza		0	i									
Bromus	3	40	I +	1	37	I	3	32	O		54	I

| | | |

de s'être renforcée au cours des dernières années (degré moyen de virulence : 8,6 en 1945, 11,6 en 1946, 12 en 1947, 24,3 en 1950).

Deux biotypes ont été identifiés au sein de la race 15 : 15 α (*Hope* très sensible) et 15 β (*Hope* résistant). Le biotype 15 α paraît dans l'ensemble beaucoup plus virulent que le biotype 15 β ; il attaque plus ou moins fortement les variétés *GN*, *GP*, *Oro*, *Thatcher* et *Warren*, que le biotype 15 β respecte le plus souvent. La virulence du biotype 15 α donne l'impression de s'être amoindrie au cours des dernières années (degré moyen de virulence : 68,2 en 1945, 60,9 en 1947, 48,6 en 1950).

On peut admettre que le biotype européen 15 α (dont les degrés d'attaque respectifs sur *Hope* et *Triticum timopheevi* sont III + et III —) est identique au biotype américain 15 B (dont les degrés d'attaque respectifs sur *Hope* et *Triticum timopheevi* sont III + et III —) ; il est possible que le biotype européen 15 β, peu virulent dans l'ensemble et auquel *Hope* est hautement résistant (degré d'attaque maximum constaté : I), soit identique au biotype américain 15 A, lui aussi peu virulent.

La virulence respective des races biologiques et des biotypes a été évaluée par le pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II) observés sur 10 variétés plus ou moins sensibles ou résistantes ; le degré moyen de virulence, ainsi estimé est 16,4 pour la race 14 (19,1 pour le biotype 14 α, 14,9 pour le biotype 14 β, 13,5 pour le biotype 14 A), 30,2 pour la race 21, 45,5 pour la race 17, 49,8 pour la race 15 (56,6 pour le biotype 15 α, 22,4 pour le biotype 15 β).

Un classement est donné des variétés françaises et étrangères en fonction de leur sensibilité ou de leur résistance à la Rouille noire ; les variétés les plus dignes d'intérêt sont :

Variétés assez résistantes :

Warren. — En serre : résistant à 14, peu sensible à 21, assez sensible à 15, très sensible à 17. En culture : assez attaqué en 1947, très attaqué en 1950.

Oro. — En serre : résistant à 14 et 21, assez sensible à 17, sensible à 15. En culture : très attaqué en 1947 et 1950.

Triticum timopheevi. — En serre : assez sensible à 14 et 17, très sensible à 15. En culture : toujours indemne.

Variétés résistantes :

Thatcher. — En serre : résistant à 14 et 21, assez résistant à 15, assez sensible à 17. En culture : faiblement attaqué en 1947 et 1950.

Variétés très résistantes :

GP. — En serre : résistant à 14, 15 β, 17 et 21, assez sensible à 15 α. En culture : faiblement attaqué en 1947, très faiblement attaqué en 1950.

GN. — En serre : résistant à 14,15 β, 17 et 21, assez sensible à 15 α. En culture : à peu près indemne en 1947, très faiblement attaqué en 1950.

Tableau D

Comportement de quelques espèces et variétés de Blé à l'égard de diverses souches de ***Puccinia graminis tritici*** (race 14, biotype 14 α)

Chaque chiffre exprime le pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II)

Variété	*Puccinia graminis tritici* (race 14, biotype 14 α)										Moy.
	AE 3	B 2	T 17	T 18	T 20	T 32	T 37	T 39	T 55	T 74	
GH	0	0	0	0	0	0	0	25	14	0	*3,9*
GN	0	0	0	0	0	0	0	17	0	0	*1,7*
GP	0	33	0	0	0	0	0	0	30	0	*6,3*
Heines Kolben	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	*1,1*
Hope	75	66	50	100	25	50	33	28	29	80	*53,6*
Oro	0	0	0	0	0	0	0	0	33	0	*3,3*
Thatcher	0	0	0	0	0	33	0	0	14	0	*4,7*
Warren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
Carlotta Strampelli	25	100	50	50	50	75	0	100	0	100	*55*
Fylgia	0	0	20	100	0				0	60	*25,7*
Minhardi	100	100	80	100	66	71	100	75	63	57	*81,2*
Piave 692										50	*?*
— 702	0	33	60	33	25	50	100	40	12		*39,2*
Rieti	50	100	100	100	100	100	100	66	11	60	*78,7*
Triticum monococcum	50	100	100	100	100	100	100	100	100	62	*91,2*
— *timopheevi*								25	33	50	*36*
Bersée								50			*?*
Closeaux								66			*?*
Dômes	100	50	100	100	100	50	66	75	0	66	*70,7*
Liberator								40	33		*36,5*
Marival						66	100	50			*72*
PLM 1								40	11	0	*17*
Vilmorin 23	82	80	100	62	75	77	53	100	33	50	*71,2*
— 27								100			*?*
— 29	33	50	100	100	50			50		57	*62,8*
Yga	100	100	100	100	100	100	100	50	66	50	*86,6*
Yveline								66			*?*
Florence 135						66	50	57	33	100	*61,2*
Florence × Aurore 8193						0	0	20	20	60	*20*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1						0	50		0		*17*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2						100	0		66		*55,3*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 5 *d* 3						0	0		66		*22*
T 117 *bis* Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2						100	0		0		*33,3*
T 120 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1						100			33		*66,5*
Florence × Ford 1350 5 *d* 1						0	0		0		*0*
Kenya 1294 6 *d* 2						0	0	40	17	50	*21,4*
— 1297 18 *d* 3						0			0	50	*17*
Kenya × Florence × Dundee 1341 17 *d* 1							0		0		*0*
Kenya × Florence × Dundee 1344 17 *d* 1						100	0		0		*33,3*
Kenya × Gular × Ford × Baringa 1359 5 *d* 1							0		0		*0*
Maroc BD 250						0	50		50	100	*50*
— BT 426							50		0		*25*
— BT 588						100	50		66		*72*
Oued Zenati 368						100	0		0		*33,3*
Pusa 6 5 *d* 1						0	0		0	0	*0*
— » 5 *d* 2						0	0	40	17	60	*23,4*
Pusa 26 × Florence 1366 10 *d* 4						0	50				*25*
Pusa-Florence × Garnet 2 *l* 1						0	0		100	0	*25*
Sbei × M'rari 11 *l r* 1						100	0		66	0	*41,5*
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 4						0	100		66	50	*54*
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 7						0	100		0	50	*37,5*

TABLEAU E

Comportement de quelques espèces et variétés de Blé à l'égard de diverses souches de **Puccinia graminis tritici**
(race 14, biotype 14 ♂)

Chaque chiffre exprime le pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II)

Variété	*Puccinia graminis tritici* (race 14, biotype 14 ♂)													Moy.
	E 3	H 17	T 19	T 21	T 33	T 34	T 36	T 44	T 45	T 75	T 78	T 79	T 84	
GH	0	0	0	33	0	0	0	0		0	0	0	0	*2,7*
GN	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
GP	0	0	0	25	0	50	33	0	0	0	0	0	0	*8,3*
Heines Kolben	0		0	0	33	0	0	100	0	0	100	25	0	*21,5*
Hope	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	0	*1,3*
Oro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
Thatcher	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	*0*
Warren	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	25	0	*3,8*
Carlotta Strampelli	50	50	66	50	100	33	100	75	33	25	0	0	33	*47,3*
Fylgia	0		25	0						0	25	25	0	*10,7*
Minhardi	50	100	100		33	100	50	60	100	81	62	75	37	*70,7*
Piave 692										0	0	66	0	*16,2*
— 702	0	0	0	50	33	0	50	25	50					*23,1*
Rieti	100	0	25	0	50	100	50	0	100	100	66	0	0	*45,5*
Triticum monococcum	100	100	100	33				100	100	87	83	83	78	*86,4*
— *timopheevi*								33		33	66	0		*33*
Bersée		50						50	0	25	50	50	0	*32,1*
Closeaux		0						50	100	0	100	0		*41,7*
Dômes	33	100	33	100	0	50	100	100	33	50	0	0	33	*48,6*
Liberator		0						0	0	0	100	33		*22,2*
Marival		0			0	100	75	25	33	33	75	100		*49*
Dr Mazet		0						33	50	66	75	66		*48,3*
PLM 1		0						0	100	50	100	75	0	*46,4*
Vilmorin 23	100	55	100	88	78	55	43	100	100	53	78	37	55	*72,5*
— 27		0						100	100	33	75	66		*62,3*
— 29	100	100	50	100				0	100	77	74	47	33	*68,1*
Yga	100	0	100	100	50	50	100		0					*62,5*
Yveline		100						100	100	33	100	66		*83,2*

TABLEAU E *(suite)*

Variété	*Puccinia graminis tritici* (race 14, biotype 14 ♂)													Moy.
	E 3	H 17	T 19	T 21	T 33	T 34	T 36	T 44	T 45	T 75	T 78	T 79	T 84	
Florence 135	0	50	25	0	0	0	100	50	33	0	50	0	50	*27,5*
Florence × Aurore 8193		0						100	0	0	25	50	50	*37,5*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1							0			33	25	0		*14,5*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2						100				33	75	66		*68,5*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 5 *d* 3						0	0				0	100		*25*
T 117 *bis* Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2							100			100	66	33		*75*
T 120 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1						100	100			100	100	66		*93,2*
Florence × Ford 1350 5 *d* 1					0	0	50			0	0	33		*13,8*
Florence × Stamura 5 *s* 10					0	100	100				100	66		*73,2*
Kenya 1294 6 *d* 2		0			100	0	0	0	0	0		0	0	*11,1*
— 1297 18 *d* 3					100	0	0			25	75	50	50	*42,8*
Kenya × Florence × Dundee 1341 17 *d* 1		0			0	0		0	0	0	33	0		*4,1*
Kenya × Florence × Dundee 1344 17 *d* 1					0					100	0	0		*25*
Kenya × Gular × Ford × Baringa 1359 5 *d* 1						0	0			0	0	0		*0*
Maroc BD 250						100					100	100		*100*
— BT 426						50				66	100	66		*70,5*
— BT 588										33	100	33		*55,3*
Oued Zenati 368											100	66		*83*
Pusa 6 5 *d* 1					0	100	50			0		0	50	*33,3*
— » 5 *d* 2		0			0	50	100	100	0	0	50	66	100	*46,6*
Pusa 26 × Florence 1366 10 *d* 4						0	0				100	100		*50*
Pusa-Florence × Garnet 2 *l* 1					100		0			100	66	33		*60*
Sbei × M'rari 11 *lr* 1						0	0				100	66		*41,5*
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 4							0				66	100		*55,3*
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 7							0				100	50		*50*

TABLEAU F

Comportement de quelques espèces et variétés de Blé à l'égard de diverses souches de ***Puccinia graminis tritici*** *(race 14, biotype 14 A)*

Chaque chiffre exprime le pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II).

Variété	*Puccinia graminis tritici* (race 14, biotype 14 A)			
	T 46	T 48	T 50	moyenne
GH	0	0	25	8,3
GN	0	0	0	0
GP	0	0	0	0
Heines Kolben			25	25
Hope	0	25	16	13,7
Oro	0	0	0	0
Thatcher	0	0	0	0
Warren	0	0	0	0

TABLEAU G

Comportement de quelques espèces et variétés de Blé à l'égard de diverses souches de ***Puccinia graminis tritici*** *(races 15, 17 et 21)*

Chaque chiffre exprime le pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II).

Variété	***Puccinia graminis tritici***									
	Race 15						Race 17	Race 21		
	Biotype 15 α					Biotype 15 β				
	T 23	T 41	T 76	T 80	Moyenne	T 43	T 40	T 77	T 83	Moyenne
GH	100	100	25	85	*77,5*	*0*	*100*	40	75	*57,5*
GN	33	14	50	25	*30,5*	*0*	*0*	0	0	*0*
GP	33	50	50	25	*39,5*	*0*	*0*	0	0	*0*
Heines Kolben	100	50	25	71	*61,5*	*0*	*50*	25	50	*37,5*
Hope	33	60	57	25	*43,7*	*0*	*14*	12	17	*14,5*
Oro	100	100	0	75	*68,7*	*33*	*25*	0	0	*0*
Thatcher	50	25	0	0	*18,8*	*0*	*33*	0	0	*0*
Warren	33	50	25	100	*52*	*25*	*100*	25	0	*12,5*
Carlotta Strampelli	66	60	0	25	*37,8*		*75*	75	75	*75*
Fylgia	33		25	60	*39,3*			0	50	*25*
Minhardi	100	100	66	61	*81,8*	*66*	*100*	30	60	*45*
Piave 692			50	100	*75*			0	0	*0*
— 702	66	50			*58*		*25*			
Rieti	20	0	0	43	*15,8*		*0*	25	*50*	*37,5*
Triticum monococcum	100	100	36	56	*73*		*100*	0	0	*0*
— *timopheevi*		33	100	75	*69,3*		*33*	100		*?*

TABLEAU G *(suite)*

Variété	*Puccinia graminis tritici*									
	Race 15						Race 17	Race 21		
	Biotype 15 α					Biotype 15 β				
	T 23	T 41	T 76	T 80	Moyenne	T 43	T 40	T 77	T 83	Moyenne
Bersée		40	75	66	*60,3*		*50*	0	66	*33*
Closeaux		60	0	66	*42*		*50*	0		?
Dômes	0	66	0	38	*26*		*100*	20	75	*47,5*
Liberator		50	50	80	*60*		*0*	0		?
Marival		50	50	80	*60*		*25*	50		?
Dr Mazet		75	50	100	*75*		*33*	0		?
PLM 1		75	50	100	*75*		*0*	50	66	*58*
Vilmorin 23	83	100	57	74	*78,5*		*100*	62	70	*66*
— 27		66	0	100	*55,3*		*100*	50		?
— 29	100	66	47	58	*67,8*		*0*	46	50	*48*
Yga	0	50			*25*		*0*			
Yveline		33	100	100	*77,6*		*100*	50		?
Florence 135	50	60	50	100	*65*		50	25	0	*12,5*
Florence × Aurore 8193		100	0	100	*66,6*		100	25	0	*12,5*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1			0	100	*50*			0		?
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2			50	60	*55*			50		?
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 5 *d* 3				50	*50*			0		?
T 117 *bis* Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2				60	*60*			100		*100*
T 120 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1				100	*100*			100		*100*
Florence × Ford 1350 5 *d* 1				100	*100*			50		?
Florence × Stamura 5 *s* 10				50	*50*			100		?
Kenya 1294 6 *d* 2		0	0	66	*22*		*0*		0	*0*
— 1297 18 *d* 3			0	100	*50*			0	0	*0*
Kenya × Florence × Dundee 1341 17 *d* 1		66		20	*43*		0	0		?
Kenya × Florence × Dundee 1344 17 *d* 1				100	*100*			0		?
Kenya × Gular × Ford × Baringa 1359 5 *d* 1				20	*20*			0		?
Maroc BD 250				0	?0					
— BT 426			50	100	*75*			0		?
— BT 588			50	100	*75*			50		?
Oued Zenati 368				33	*33*					
Pusa 6 5 *d* 1			50	50	*50*				66	*66*
— » 5 *d* 2		33	50	100	*61*		*100*	0	50	*25*
Pusa 26 × Florence 1366 10 *d* 4				0	?0					
Pusa-Florence × Garnet 2 *l* 1				66	*66*			100		?
Sbei × M'rari 11 *br* 1				0	?0					
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 4				50	*50*					
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 7				50	*50*					

Tableau H.

Comportement de quelques espèces et variétés de Blé à l'égard de diverses souches de ***Puccinia graminis tritici*** *(ensemble des races 14, 15, 17 et 21) — chaque chiffre exprime le pourcentage des degrés d'attaque élevés (> II) —.*

Variété	*Puccinia graminis tritici*								
	Race 14				Race 15			Race 17	Race 21
	Biotype 14 α	Biotype 14 β	Biotype 14 A	Moy.	Biotype 15 α	Biotype 15 β	Moy.	Moy.	Moy.
GH	3,9	2,7	8,3	*5*	77,5	0	*39*	*100*	*58*
GN	1,7	0	0	*0,6*	30,5	0	*15*	*0*	*0*
GP	6,3	8,3	0	*5*	39,5	0	*20*	*0*	*0*
Heines Kolben	1,1	21,5	25	*16*	61,5	0	*31*	*50*	*38*
Hope	53,6	1,3	13,7	*23*	43,7	0	*22*	*14*	*16*
Oro	3,3	0	0	*1,1*	68,7	33	*51*	*25*	*0*
Thatcher	4,7	0	0	*1,6*	18,8	0	*9*	*33*	*0*
Warren	0	3,8	0	*1,3*	52	25	*39*	*100*	*13*
Carlotta Strampelli	55	47,3		*52*	37,8		*38*	*75*	*75*
Fylgia	25,7	10,7		*18*	39,3		*39*		*25*
Minhardi	81,2	70,7		*76*	81,8	66	*74*	*100*	*45*
Piave 692	?	16,2		*16*	75		*75*		*0*
— 702	39,2	23,1		*31*	58		*58*	*25*	
Rieti	78,7	*45,5*		*58*	15,8		*16*	*0*	*38*
Triticum monococcum	91,2	86,4		*89*	73		*73*	*100*	*0*
— *timopheevi*	36	33		*35*	69,3		*69*	*33*	?
Bersée	?	32,1		*32*	60,3		*60*	*50*	*33*
Closeaux	66	41,7		*54*	42		*42*	*50*	?
Dômes	70,7	48,6		*60*	26		*26*	*100*	*48*
Liberator	36,5	22,2		*29*	60		*60*	*0*	?
Marival	72	49		*61*	60		*60*	*25*	?
Dr Mazet	?	48,3		*48*	75		*75*	*33*	?
PLM 1	17	46,4		*32*	75		*75*	*0*	*58*
Vilmorin 23	71,2	72,5		*72*	78,5		*78*	*100*	*66*
— 27	?	62,3		*62*	55,3		*55*	*100*	?
— 29	62,8	68,1		*65*	67,8		*68*	*0*	*48*
Yga	86,6	62,5		*74*	25			*0*	
Yveline	?	83,2		*83*	77,6		*78*	*100*	?
Florence 135	61,2	27,5		*44*	65		*65*	*50*	*13*
Florence × Aurore8193	20	37,5		*29*	66,6		*67*	*100*	*13*
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1	17	14,5		*16*	50		*50*		?
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2	55,3	68,5		*62*	55		*55*		?
T 117 Florence-Aurore × Pusa 4 5 *d* 3	22	25		*24*	50		*50*		?
T 117 *bis* Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 2	33,3	75		*54*	60		*60*		*100*
T 120 Florence-Aurore × Pusa 4 1 *d* 1	66,5	93,2		*80*	100		*100*		*100*
Florence × Ford 1350 5 *d* 1	0	13,8		*14*	100		*100*		?
Florence × Stamura 5 *s* 10	?	73,2		*73*	50		*50*		?
Kenya 1294 6 *d* 2	21,4	11,1		*16*	22		*22*	*0*	*0*

TABLEAU H
(suite)

Variété	*Puccinia graminis tritici*								
	Race 14				Race 15			Race 17	Race 21
	Biotype 14 α	Biotype 14 β	Biotype 14 A	Moy.	Biotype 15 α	Biotype 15 β	Moy.	Moy.	Moy.
Kenya 1297 18 *d* 3 ...	17	42,8		*30*	50		*50*		*0*
Kenya × Florence × Dundee 1341 17 *d* 1.	0	4,1		*2*	43		*43*	*0*	?
Kenya × Florence × Dundee 1344 17 *d* 1.	33,3	25		*29*	100		*100*		?
Kenya × Gular × Ford × Baringa 1359 5 *d* 1	0	0		*0*	20		*20*		?
Maroc BD 250.....	50	100		*75*	?0		?		
— BT 426	25	70,5		*48*	75		*75*		?
— BT 588	72	55,3		*64*	75		*75*		?
Oued Zenati 368	33,3	83		*58*	33		*33*		
Pusa 6 5 *d* 1	0	33,3		*17*	50		*50*		*66*
— » 5 *d* 2	23,4	46,6		*35*	61		*61*	*100*	*25*
Pusa 26 × Florence 1366 10 *d* 4.....	25	50		*38*	?0		?		
Pusa-Florence × Garnet 2 *l* 1	25	60		*43*	66		*66*		?
Sbei × M'rari 11 *lr* 1.	41,5	41,5		*42*	?0		?		
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 4.....	54	55,3		*55*	50		*50*		
Sindyouk × Mahmoudi 870 1 *cr* 7.....	37,5	50		*44*	50		*50*		

Parmi les lignées de Blé qui intéressent plus spécialement l'Afrique septentrionale, on n'observe une résistance appréciable à la Rouille noire que chez un tout petit nombre d'entre elles : *Kenya* 1294 6 *d* 2, *Kenya* 1297 18 *d* 3, *Kenya* × *Florence* × *Dundee* 1341 17 *d* 1 et *Kenya* × *Gular* × *Ford* × *Baringa* 1359 5 *d* 1.

Certaines variétés de Blé témoignent d'un comportement insuffisamment satisfaisant dans l'ensemble, mais irrégulier et laissant penser à l'existence de lignées plus ou moins nettement ou même totalement résistantes à l'égard de certaines races biologiques ou de certains biotypes de ***P. gr. tritici*** ; ce sont *Bersée, Dômes, GH, Liberator, Marival,* Dr *Mazet, PLM* 1 et *Yga* parmi les variétés d'obtention locale, *Florence* 135, *Fylgia, Heines Kolben, Hope, Piave* 692 et 702 et *Rieti* parmi les variétés d'obtention étrangère, certaines lignées de *Florence-Aurore* × *Pusa* 4, *Florence* × *Ford* 1350 5 *d* 1, *Oued Zenati* 368, *Pusa* 6 5 *d* 1 et 5 *d* 2, *Pusa* 26 × *Florence* 1366 10 *d* 4 et *Sbei* × *M'rari* 11 *l r* 1 parmi les hybrides actuellement à l'étude en Afrique septentrionale.

Reçu pour publication le 20 mars 1952.

NOTES PHYTOSANITAIRES

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS SÉROLOGIQUES DES VIRUS DE LA POMME DE TERRE

PAR

Claude MARTIN

Station Centrale de Pathologie Végétale, Versailles.

L'application de la méthode sérologique à la détection ou au dosage des virus phytopathogènes est parfois rendue très délicate par l'apparition de précipités non spécifiques apparaissant spontanément dans les jus éprouvés. Ces derniers sont particulièrement fréquents lorsqu'on effectue le diagnostic des maladies à virus chez la Pomme de terre.

Il s'agit d'une insolubilisation de matériel qui paraît en rapport avec certaines actions de nature enzymatique. Nous avons été amené à supposer qu'elle était la conséquence de phénomènes d'oxydation ; ceux-ci sont en effet très nombreux au sein des jus provenant du broyage des cellules végétales. Il n'est besoin, pour s'en convaincre, que d'observer le brunissement intense dont les liquides séparés du milieu cellulaire sont rapidement le siège. La destruction des cellules et le mélange des éléments cellulaires mettent en contact tout le système enzymatique avec ses substrats ; or, on sait que la Pomme de terre renferme notamment des quantités importantes d'oxydases et en particulier de tyrosinase.

Nous avons pensé que l'inhibition de ces enzymes serait peut-être susceptible de supprimer en partie ces précipitations spontanées ; ceci paraît avoir été confirmé par nos essais. Le cyanure de potassium, inhibiteur des enzymes dont le groupement prosthétique est un métal (le cuivre en particulier) nous est apparu comme la substance la plus commode à utiliser. Le broyage des tissus fut donc opéré en présence de cyanure de potassium soit par trempage préalable des feuilles ou des germes dans une solution à 1 ou 2 p. 1 000 de cyanure, soit par dépôt de quelques gouttes de cette même solution dans les tubes destinés à recevoir le liquide provenant du broyage des tissus (le mélange des deux solutions avait lieu au cours de l'extraction par simple agitation des tubes).

Plusieurs centaines de tests, tant pour la recherche du virus X (*Marmor Dubium* HOLMES) que pour celle du virus Y (*Marmor upsilon*) HOLMES furent réalisés de cette façon ; nous avons constaté que les précipitations spontanées sont très rares lorsque les jus sont éprouvés aussitôt après leur extraction. Dans certains cas, il est recommandable de forcer la dose de cyanure.

Les difficultés auxquelles se sont heurtés les chercheurs travaillant à la réalisation de sérums anti-virus Y ont également attiré notre attention. Il était en effet impossible de réaliser, *à partir de virus concentré par relargage*, des sérums dont le titre en anticorps fut suffisamment élevé pour permettre un diagnostic aisé.

Ici encore nous avons supposé que les phénomènes d'oxydation entraient en jeu. Même en admettant un simple entraînement mécanique du virus par les matériaux insolubilisés (ce qui reste du domaine de l'hypothèse), on pouvait supposer *a priori* que ce phénomène était susceptible de revêtir une importance assez grande.

Deux sérums furent donc préparés dans les mêmes conditions. L'antigène-virus (extrait du *Nicotiana tabacum*) subissait les opérations suivantes :

1° Broyage au broyeur à hélice.

2° Centrifugation à 5 000 t/mn jusqu'à clarification.

3° Relargage par un volume égal de solution saturée de sulfate d'ammonium.

4° Remise en solution du culot obtenu après centrifugation dans un volume de liquide physiologique égal au 1/15 du volume initial.

5° Nouvelle clarification par centrifugation.

Seule, la première opération comportait une variante : dans un cas le broyage avait lieu en présence d'eau distillée, dans l'autre, en présence d'une solution à 1 ou 2 p. 1 000 de cyanure de potassium.

Les lapins traités reçurent chacun 12 injections réparties sur 3 semaines.

Le taux en anticorps pour chacun de ces sérums fut comparé par la recherche de la limite de dilution en présence d'une solution de virus ; cette dernière était obtenue par simple broyage des tissus en présence de cyanure et clarification par centrifugation. L'examen des préparations avait lieu après une incubation de 15 à 20 minutes.

Voici les résultats :

	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64	1/128	1/256	1/512	1/1024	1/2098	1/4046
Sérum I sans KCN	++ +	++ +	++	++	+	+	±	?	o	o	o	o	o
Sérum ID avec KCN	++ ++	++ ++	++ +	++ +	++ +	++	++	+	+	+	±	?	o

Ces résultats mettent bien en évidence le rôle important joué par les oxydations dans la stabilité de certaines protéines virus. Une étude plus approfondie de ces phénomènes est en cours.

ISOLEMENT D'UNE SOUCHE DU VIRUS Y DE LA POMME DE TERRE (*Marmor upsilon* HOLMES) A PARTIR DU DAHLIA ET DE LA TOMATE

PAR

Claude MARTIN

Station Centrale de Pathologie Végétale, Versailles.

En 1950, au cours de nos essais d'isolement du virus de la maladie bronzée de la Tomate à partir de Dahlias infectés par ce virus, nous eûmes l'occasion de transmettre à des Tomates initialement saines un virus provoquant l'apparition sur ces plantes de symptômes d'abord attribués au Spotted-Wilt : les feuilles présentaient des tâches nécrotiques et les fruits des anneaux circulaires de teinte vert clair sur les fruits immatures, passant au jaune sur les fruits mûrs.

Le virus isolé de nouveau à partir des mêmes plantes fut transmis au *Nicotiana Tabacum*, au *Nicotiana glutinosa* et au *Datura Strammonium*. Il provoqua, chez les deux premiers hôtes, l'apparition de symptômes absolument identiques à ceux du virus Y, alors que sur le *Datura*, aucune extériorisation de symptômes n'était notée. Un diagnostic sérologique fut alors tenté avec des sérums anti-virus Y. Le *Nicotiana Tabacum* et le *Nicotiana glutinosa* donnèrent une réaction positive, le *Datura* une réaction négative. Ce dernier essai confirmait qu'on se trouvait bien en présence de virus Y puisque le *Datura* est immun à celui-ci.

Nous avons alors essayé de retransmettre à partir du *N. Tabacum* cette souche de virus à des Tomates ; cette opération conduisit à l'obtention de symptômes identiques à ceux signalés au début de cette note.

Des essais effectués en 1951 nous ont permis de confirmer ces faits. Des inoculations croisées furent réalisées avec les quatre hôtes déjà cités, confirmant *la présence possible* du virus Y chez le Dahlia.

De plus, un isolement tout à fait fortuit fut réalisé au cours de cette deuxième année d'étude ; à partir de Tomates cultivées en plein champ et présentant toujours le même aspect, fut isolé un virus provoquant l'apparition sur *N. Tabacum* et *N. glutinosa* de symptômes comparables à ceux causés par le virus Y. Ici encore, le diagnostic sérologique confirma l'hypothèse émise.

Nous mettons cependant en garde le lecteur sur le fait que nous n'affirmons pas que les symptômes décrits ci-dessus soient uniquement dus à cette souche de virus Y. Des recherches ayant pour but la préparation d'un anti-sérum spécifique et une étude plus approfondie de ces observations sont en cours.

AMÉLIORATIONS APPORTÉES A L'EXTRACTION DU VIRUS DE LA MOSAIQUE DU DAHLIA (*Marmor Dahliae*) HOLMES

PAR

Claude MARTIN

Station Centrale de Pathologie Végétale, Versailles.

Nous avons relaté dans une note préliminaire réalisée en collaboration avec MM. CORNUET et LIMASSET, les premiers essais qui ont abouti à l'isolement de la protéine virus responsable de la Mosaïque du Dahlia.

L'hypothèse principale qui avait guidé ce travail était que l'impossibilité dans laquelle on se trouvait d'extraire aucune protéine infectieuse des Dahlias malades était due à la présence en grande quantité dans ces plantes de composés phénoliques complexes, en l'occurrence de tannins. Nous avions donc tenté d'inhiber la réaction tannin-protéine par l'adjonction, lors du broyage des tissus, d'une substance précipitant irréversiblement les tannins. La nicotine avait été choisie comme étant la substance la plus commode. Mais, dès les premières extractions, avec ou sans nicotine, un phénomène qui revêtait à nos yeux une importance toute particulière, fut mis en évidence : il s'agissait des oxydations dont étaient le siège les liquides provenant du broyage des tissus cellulaires.

C'est seulement en ajoutant à la nicotine un réducteur (le bisulfite de sodium) et surtout du cyanure de potassium, inhibiteur de certains enzymes d'oxydation, qu'il nous fut possible d'isoler une nucléoprotéine caractérisée par son absorption dans l'ultra-violet (dans la zone des 2 600 Å).

Cette nucléoprotéine injectée au Lapin permit d'obtenir un sérum spécifique. D'autre part, des photographies au microscope électronique révélèrent, dans ces solutions, la présence de particules rondes de 15 mμ de diamètre, absentes dans les préparations analogues réalisées à partir de plantes saines. Nous avions alors de fortes présomptions nous permettant de croire que la protéine isolée fut l'agent responsable de la Mosaïque du Dahlia.

Ayant récemment repris ces études, nous avons été conduits à supposer que l'inhibition des processus d'oxydation jouait un rôle fondamental dans l'extraction du virus. Dans ces conditions, nous avons tenté de réaliser cette dernière en l'absence d'alcaloïde en attachant un soin particulier au bloquage des oxydations. Le broyage des tissus était réalisé au sein d'une solution renfermant 2,5 à 3 p. 100 de bisulfite de sodium et 1 à 3 p. 1 000 de cyanure de potassium. La suite des opérations ne comportait aucune modification, à savoir : relargages répétés par un volume égal de solution saturée de sulfate d'ammonium et électrodialyse.

Les préparations obtenues absorbaient très fortement dans la zone des acides nucléiques (2 600 Å) ; injectées au Lapin, elles conduisirent à l'obtention d'un immunsérum spécifique de cette protéine et permettant de réaliser le diagnostic de la Mosaïque sur le Dahlia.

Cette technique a cependant l'inconvénient de ne pas permettre une séparation suffisante des pigments et des protéines normales. Les pigments, peu abondants dans les variétés blanches, le sont par contre énormément dans les variétés colorées. A l'examen spectrographique il devient alors impossible de mettre en évidence la protéine-virus. Les protéines normales qui ne sont pas gênantes en spectrographie, interviennent par contre d'une façon néfaste dans la préparation des sérums. Elles possèdent en effet un pouvoir antigénique élevé ; il est alors nécessaire d'épuiser les sérums avec une quantité relativement importante de jus de plantes saines ce qui a l'inconvénient de les diluer, diminuant ainsi la puissance de leur action anti-virus.

Pour éviter ces inconvénients nous avons tenté une séparation plus complète du virus dont le protocole peut se résumer comme suit :

1° On part de 100 cc d'une solution concentrée par le méthode ci-dessus. On opère un premier relargage par un volume de solution saturée de sulfate d'ammonium égal au quart du volume initial, soit 25 cc ; le culot obtenu après centrifugation et remis en solution donne un liquide brun manifestant de fortes propriétés antigéniques à l'égard des sérums non épuisés et une très faible réaction avec les sérums épuisés. D'autre part, la liqueur surnageante acquiert, après cette première opération, une teinte beaucoup plus claire. Ceci laisse présumer qu'au moins une partie des pigments est de nature protéique.

2° Un deuxième relargage est effectué sur la liqueur surnageante par un volume égal au quart du volume initial, de solution saturée de sulfate d'ammonium (25 cc). Le culot obtenu, remis en solution, donne une préparation très claire riche en protéine-virus.

3° Un troisième relargage sur le liquide surnageant, par 25 cc de solution saturée de sulfate d'ammonium conduit, après centrifugation et remise en solution du culot, à une préparation sensiblement analogue à la précédente quoique légèrement moins antigénique.

4° Un quatrième relargage toujours sur la liqueur surnageante et par 25 cc de solution saturée de sulfate d'ammonium est effectué ; ce relargage donne un culot très faible et le liquide obtenu par remise en solution du culot ne présente aucune propriété antigénique.

5° Enfin un cinquième et dernier relargage par le même volume de solution saturée de sulfate d'ammonium (25 cc) conduit à un culot encore plus faible et sans propriété antigénique.

Il apparaît donc, d'après ces essais, que la nucléoprotéine est relarguée par un volume de solution saturée de sulfate d'ammonium voisin de la moitié du volume initial. D'autre part, une grande partie des protéines normales peut être éliminée par relargages fractionnés ; il devient donc possible d'inverser les taux respectifs de protéines normales et de protéine-virus dans les solutions destinées à la préparation des Lapins. En poursuivant ces essais d'une façon plus fine, c'est-à-dire en augmentant le nombre de relargages fractionnés, il doit être possible d'obtenir des préparations très concentrées en protéine-virus et relativement pures (débarrassées en particulier de la majorité des protéines normales). On peut espérer que les sérums confectionnés à partir de ces solutions présenteront également des taux inversés en anticorps-antiprotéines normales et antiprotéine-virus, d'où une puissance plus élevée, satisfaisant au but recherché.

TOXICITÉ CHRONIQUE DE L'HEXACHLOROCYCLOHEXANE (H. C. H.) A L'ÉGARD DU CANARD (Note toxicologique n° 10)

PAR

J. GIBAN, L. SAINT-LEGER, ET M. GATINEAU

Laboratoire des Vertébrés, et Versailles.

Dans une note précédente (1), nous avons signalé qu'une cane kaki Campbell était en cours d'expérience d'intoxication par ingestion répétée. Cette expérience a été arrêtée au 923e jour alors qu'aucun symptôme d'intoxication ne s'était encore manifesté.

1° *Processus expérimental.* — L'H. C. H. utilisé était un produit technique commercial contenant environ 10 % d'isomère gamma. Tous les 2 ou 3 jours la cane en expérience recevait une pilule contenant 100 mg d'H. C. H. En 923 jours, elle a reçu 389 pilules(38,9 g d'H. C.H.) soit en moyenne une pilule tous les 2,37 jours.

La cane fut pesée également tous les 2 ou 3 jours, sauf dans le derniers mois où il fut impossible d'effectuer régulièrement les pesées. Au premier jour, elle pesait 1,440 kg et 1,558 kg au dernier.

2° *Influence sur le poids.* — Le graphique n° 1 (voir p. 397) représente la variation du poids mensuel de la cane obtenu en effectuant la moyenne des pesées faites dans le mois. Etant donné l'absence de témoin il est difficile d'interpréter la courbe. Les variations importantes constatées nous semblent pouvoir être attribuées aux variations saisonnières habituelles et il ne nous semble pas que l'administration d'H. C. H. ait provoqué des variations de poids de l'animal expérimenté.

3° *Influence sur la ponte.* — L'expérience fut commencée au mois de mai 1949 alors que la Cane était en période de ponte. Depuis ce moment, son tableau de ponte se résume ainsi : (voir p. 397).

La cane n'ayant reçu qu'une ration d'entretien à base de céréales et non une ration de production, il est difficile de se rendre compte si la production d'œufs résumée dans le tableau sus-visé est normale d'autant plus que l'absence de témoin rend impossible toute comparaison.

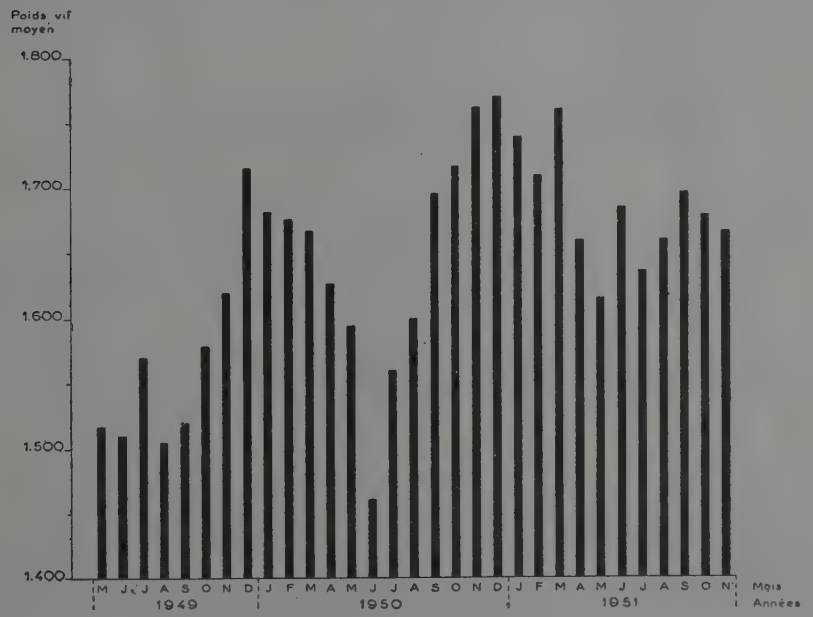
On peut néanmoins affirmer que si l'intoxication a eu une influence, cette influence ne s'est pas aggravée avec l'intoxication puisqu'en 1950, 28 œufs furent pondus et 29 en 1951. On peut même constater que la ponte fut plus régulière en 1951 qu'en 1950.

Nous devons toutefois noter, sans qu'on puisse affirmer que ce fait soit à relier à l'ingestion d'H. C. H., que les 4 œufs pondus du 19 mars au 3 avril 1951, avaient leur coquille non minéralisée et que les 2 œufs suivants ne l'avaient que faiblement. Cette anomalie ne réappa-

(1) Voir note toxicologie n° 1, *Ann. I. R. A., série C,* n° 2 p. 389-391, 1951.

rut pas dans les 23 œufs pondus après. En 1950, un seul œuf avait présenté ce défaut de minéralisation.

Période	Œufs pondus	
	Nombre	Poids moyen
1er mai-28 juin 1949	10	57,3 g.
14 mars-19 avril 1950	7	57,8 «
1er juin-14 juin 1950	4	56,7 «
5 juillet-12 août 1950	17	56,6 «
19 mars-3 avril 1951	4	61,5 «
16 avril-9 septembre 1951	25	61,6 «
Total	67	



GRAPHIQUE — *Variations du poids mensuel d'une cane soumise à l'ingestion répétée d'H. C. H. technique.*

4° *Autopsie.* — M. le Pr DRIEUX de l'Ecole Nationale vétérinaire d'Alfort, voulut bien, à notre demande, procéder à une autopsie minutieuse de cette cane qui fut sacrifiée à cet effet. Tous les organes révélèrent un aspect absolument normal. Manifestement, l'intoxication n'avait rien provoqué de décelable à l'autopsie. La présence d'un cystadénome au-dessus du rein gauche fut bien notée mais c'est là un accident courant qui ne peut être imputé à l'intoxication par l'H. C. H.

5° *Conclusion.* — Notre conclusion sera celle que nous avons déjà énoncée : autant que nous le permette de le dire cette expérience conduite, sans témoin, sur un sujet unique, l'administration régulière d'H. C. H. technique à raison de 100 mg tous les 2 ou 3 jours durant près de 3 ans n'a apparemment provoqué aucun trouble physiologique comme le montrent la courbe de poids, le tableau de ponte et l'autopsie. Cette expérience s'ajoutant à celles précédemment effectuées tend à montrer que le canard est tout particulièrement résistant à l'H. C. H.

RÉPERTOIRE ANALYTIQUE DES ESPÈCES ANIMALES, NUISIBLES AUX CULTURES EN FRANCE (Métropole et départements d'Outre-Mer) AYANT PRÉSENTÉ D'INTÉRESSANTES PARTICULARITÉS EN 1951

Documentation réunie par le Service de la Protection des Végétaux et par l'Institut National de la Recherche Agronomique, groupée et présentée par

A. HOFFMANN
Laboratoire de Faunistique, Station Centrale de Zoologie Agricole, Versailles.

I. — ESPÈCES NOUVELLES OU FAISANT DES DÉGATS ANORMAUX

INSECTES

Hémiptères

Quadraspidiotus perniciosus COMST. — Dans le courant de l'année, un nouveau foyer, assez important, a été découvert dans la Côte-d'Or, à Magny-les-Villers, sur Cassissier (*Ribes nigra* L.), ainsi que quelques foyers secondaires de moindre importance dans le Loiret, à Briare et dans l'Isère, à Veyrins, sur Pommier (Service P. V. Lyon et St. Zool. Saint-Genis-Laval).

Nysius senecionis SCHILLER (Legeinae). — A pullulé en mai-juin dans les Bouches-du-Rhône et dans l'Aude. Il pique les parties herbacées de la Vigne qui se dessèchent. Les jeunes souches peuvent périr (Lab. Fn. Montpellier).

Orthoptères

Homorocoryphus nitidulus SCOP. — Dégâts appréciables sur riz (épi blanc) au domaine du Merle (Bouches-du-Rhône) dus à cette espèce (Fn. Montpellier).

Ephippiger biterrensis MARQUET. — Pullulation considérable dans tout le Vignoble de la région méditerranéenne. Les attaques se font d'abord au débourrement, sur bourgeons, plus tard, les dégâts se généralisant, sur feuillage et surtout sur rameaux et grappes (Fn. Montpellier).

Lépidoptères

Hydroecia xanthemes GERM. — La chenille, par ses attaques, entrave la culture de l'artichaut dans le Roussillon (Pyrénées-Orientales) (Fn. Montpellier).

Galechia vulgella HEDW. — La chenille de ce Tineide, serait responsable de dégâts au feuillage de 20 % des Pêchers en pépinières, dans la Haute-Savoie (P. V. Lyon) (Fn. Versailles).

Plodia interpunctella HUBN. — La chenille a fait d'importants dégâts sur haricots ensachés, à Mézel (Puy-de-Dôme) (P. V. Clermont-Ferrand) (Fn. Versailles).

Adoxophyes orana F. R. (= *Capua reticulana* HUEB.). — Cette Tordeuse paraît heureusement rare en France, nous l'avons identifiée de Lille en juin (D. S. A. Nord) et de Vitry-sur-Seine (Seine) en juillet (P. V. Paris). Elle commet des dégâts en Belgique, dans le sud de l'Angleterre et récemment dans les Pays-Bas. Elle s'attaque au feuillage et même aux jeunes fruits de diverses essences fruitières, notamment le Pommier (Fn. Versailles).

Mecyna polygonalis HUBN. *v. gilvata* F. — La chenille exerce des dégâts sur *Spartium junceum* L. Genistée cultivée pour l'industrie textile, dans la Vallée du Rhône (L. SCHAEFER) (Fn. Versailles).

Hofmannophila pseudospretella SCH. — Ce Galechidae attaque, à l'état de chenille, les graines de Luzerne stockées récoltées dans la Marne. La transformation imaginale a lieu au début de mai (P. V. Poste Châlons-sur-Marne) (Fn. Versailles).

Laspeyresia splendana HUBN. sous-espèce *Resmurana* HEIN. — C'est surtout cette forme qui provoque les énormes ravages sur les châtaignes, dans la région lyonnaise (P. V. Lyon) (Fn. Versailles).

Laspeyresia nigricana HUBN. — Commet de graves dégâts, dans la Haute-Vienne et dans la Vienne, en septembre, sur haricots en grains, dans leurs gousses. Ce fait est extrêmement rare, l'espèce attaquant normalement les Pois (P. V. Poitiers) (Fn. Versailles).

Blastodacna atra HUBN. — La chenille attaque la base des yeux du Pommier, en mai, à Marsat (Puy-de-Dôme) (P. V. Clermont-Ferrand) (Fn. Versailles).

Himera pennaria L. — Cette espèce fait d'importants dégâts sur diverses essences fruitières, dans les pépinières de Brive (Centre Rech. Agr. Massif Central) (Fn. Versailles).

Diptères

Hydrellia griseola F. — Ce Micromuscide provoque à l'état larvaire, des dégâts aux cultures de riz, dans les rizières du sud-est (Camargue). Les feuilles sont minées à partir du début à la mi-juin pour la première génération, retardant ou entravant ainsi la végétation des plants (NEPVEU et D'AGUILAR) (1).

Terellia fuscicornis LOEW. — La larve de ce Trypétide attaque l'artichaut dans la Corrèze, à Brive, et dans la Gironde à Macau (D'AGUILAR et LABEYRIE).

Acanthiophilus heliantii ROSSI. — Commet d'importants dégâts dans les capitules de l'Artichaut, en juillet-août 1951 à Marcou (Gironde) (D'AGUILAR et LABEYRIE).

Coléoptères

Galeruca tanaceti L. (Chrysomelidae). — Les larves ont dévoré le feuillage des pommes de terre, en fin mai, aux environs de Châteauroux, faisant d'assez graves dégâts. Déjà signalé comme nuisible à diverses cultures potagères, notamment dans l'Hérault (D. S. A. Indre) (Fn. Versailles).

Haltica oleracea L. (Chrys. Halticide). — Rarement observé sur betteraves sur lesquelles l'insecte a fait de gros dégâts en Charente-Maritime : Forges d'Aunis. Très nuisible aux cultures de *Godetia*, dans le Maine-et-Loire (Fn. Versailles).

Phytodecte olivacea L. (Chrysomel.). — Nuisible à l'état larvaire aux peuplements spontanés du Genêt à balais (*Sarothamnus scoparius* L.) utilisés depuis quelques années pour l'industrie textile à Montalivet (Gironde) (D. S. A. Gironde, ROEHRICH).

Amara aenea DE GEER (Carabidae). — L'adulte grimpe sur les hampes du Colza, attaquant les siliques dont il dévore les jeunes graines. Les dégâts sont importants au début de juin, région de Chartres (D. S. A. Eure-et-Loir (Fn. Versailles).

Bruchus varius OL. (Bruchidae). — Continue de faire d'importants dégâts et semble s'étendre peu à peu vers le nord de la France. La larve attaque le Trèfle violet, dévorant les graines dans les capitules conservés comme porte-graines, Eure-et-Loir (D. S. A. Chartres), Seine-et-Marne Mormant (P. V. Paris). Cité l'an dernier d'Orthez (Pyrénées-Orientales) où les dégâts atteignirent 100 %. Reçu encore de Genève où l'insecte fait de gros ravages (Fn. Versailles, dét. HOFFMANN).

Cryptorrhynchus lapathi L. (Curcul.). - Fortes attaques, économiquement importantes dans les Oseraies, à la Verpillière (Isère), surtout sur la variété « Americana « (Lab. Saint-Genis-Laval).

Ceuthorrhynchus assimilis PAYK (Curculionide). - Ce charançon se développe de plus en plus dans les régions de cultures du Colza. Ses dégâts ont été graves en Eure-et-Loir, sur cet

(1) NEPVEU et D'AGUILAR. — Un nouveau ravageur du riz en Camargue (Ac. Agr. Fr., Séance du 4 juillet 1951).

plante (D. S. A. Chartres) ; dans l'Oise : région de Plessis-Belleville, 80 à 90 % des siliques ont été touchées par la larve. (St. Amél. des Plantes C. N. R. A.) (HOFFMANN [1]).

Ceuthorrhynchus syrites GERM. (Curcul.). — Dangereuse espèce dont les ravages sur siliques de la Cameline, en Europe Centrale, atteignent des proportions catastrophiques. Plusieurs spécimens ont été recueillis, sur Colza, avec le précédent, en Eure-et-Loir (D. S. A. Chartres) en juin ; aussi à Danzé (Loir-et-Cher) (Fn. Versailles, dét. HOFFMANN).

Baris spoliata BOH. (Curcul.). — La larve, inféodée normalement aux Sabsolacées, s'est montrée nuisible aux cultures d'œillets, en Tunisie et en Algérie. Ce *Baris* vivant surtout sur le littoral provençal, aux dépens de *Camphorosoma monspeliaca* L., il serait à craindre que l'allotrophie se manifeste dans le secteur de la Riviera française où existent d'importantes cultures de cette Caryophillacée (A. HOFFMANN).

Apion aeneum F. (Curcul.). — La récolte des graines d'Althea rosea L., en août, est réduite de 80 à 90 % dans les cultures grainières de Valence. Ces dégâts sont imputables à la larve de cet Apion, connu pour vivre sur diverses Malvacées sauvages (Fn. Versailles, dét. HOFFMANN).

Apion trifoli L. (Curcul.). — Graves dégâts aux cultures de Trèfle, dans le Cher (D. S. A. Bourges) et Sté Protect. Agriculture Paris) (Fn. Versailles).

Apion pisi F. (Curcul.). — Semble étendre ses dégâts d'année en année. S'est montré particulièrement nuisible, vers la mi-juillet, aux trèfles porte-graines, dans le Gâtinais (P. V. d'Orléans), dans la Beauce (D. S. A. Chartres) (Fn. Versailles, dét. HOFFMANN).

Tetrops praeusta L. (Cerambycide). — La larve attaque le sommet des jeunes rameaux de l'année précédente et parfois les bourgeons à bois et à fruit du Poirier et du Pommier, dans la région nantaise, en mai-juin (P. V. Nantes, dét. HOFFMANN).

Ips borealis Sw. et *Dryocoetes affaber* GEMM. (Scolytidae). — Ces deux espèces américaines ont été trouvées en nombre, dans les écorces de troncs d'Epiceas, provenant du Canada, entreposés au port de Rouen (S. I.) (St. Zool. Rouen). Si ces deux Xylophages venaient à se développer en France, ils constitueraient un véritable danger, étant donné les énormes dégâts qu'ils occasionnent dans toute l'Amérique du Nord où ils sont répandus. *Dryocoetes affaber* est un déprédateur primaire et *Ips borealis* s'attaque également aux Pins (Station Zool. agr. Rouen et Fn. Versailles) A. HOFFMANN.

Lyctus brunneus STEPH. (Lyctidae). — Une pullulation anormale de cet insecte a causé de très importants dégâts à Saint-Cyr-l'Ecole (S. et-O.) où la larve a miné environ 3 000 m^2 de parquet de chêne, dont la pose remonte à deux ans. A noter qu'au début de la dernière guerre, la même espèce avait commis des déprédations aussi graves à Trappes, localité assez voisine de Saint-Cyr (Fn. Versailles, HOFFMANN dét.).

Acariens

Eriophyes drabae RAB. — S'est développé abondamment dans les cressonnières de la région de l'Essonne, notamment à Vayres (S.-et-M.) en septembre-octobre, occasionnant sur les feuilles du Cresson, des kystes qui ont rendu la plante inconsommable. Cette espèce se rencontre fréquemment sur *Cardimine pratensis* L. (Fn. Versailles).

II. — PULLULATIONS IMPORTANTES

INSECTES

Thysanoptères

Thrips tabaci LIND. — Attaques très importantes sur diverses cultures de plantes ornementales cultivées dans les jardins de la Ville de Paris, Bégonias sarmenteux et *Caladium esculentum* HORT., notamment (Fn. Versailles).

(1) Contribution à l'étude du Ceuthorhynque des siliques ; *Revue Pathologie et Ent. agr. Fr.*, fasc. IV, 1951.

Hémiptères

Pseudaulacaspis pentagona Targ. (Coccidae). — Cette Cochenille produit des encroûtements importants à Saint-Cyprien (Pyrénées-Orientales), sur pêchers (Fn. Montpellier). Fortes attaques sur la même essence, dans la partie sud de la région de Lyon (St. Zool. Saint-Genis-Laval).

Parlatorea oleae Calv. — Vit à Antibes (Alpes-Maritimes) sur Pommier (Fn. Montpellier).

Epidiaspis Leperii Sign. — Cette Cochenille paraît s'étendre singulièrement dans certaines régions fruitières où elle pourrait devenir dangereuse, notamment dans la région méditerranéenne, si l'on néglige de la combattre rationnellement (Aude, Hérault). Abondance dans le Lot-et-Garonne (P. V. Toulouse) et aux environs de Paris (P. V. Paris) (Fn. Versailles).

Emphyllura olivinia Costa (Psyllidae). — Pullule sur l'olivier à Corconnes, dans le Var (Fn. Montpellier).

Myzus cerasi F. (Aphididae). — Fortes pullulations sur Cerisier, dans l'Hérault et le Gard (Fn. Montpellier).

Capitophorus ribis L. (Aphididae). — Attaques importantes sur Groseillier, dans l'Hérault (Fn. Montpellier) et dans la région toulousaine (P. V. Toulouse) (Fn. Versailles).

Orthoptères

Calliptamus italicus L. — Pullulation dans les luzernières de la région d'Alès (Gard) (Fn. Montpellier).

Dociostaurus maroccanus Thumb. — Grégarisations importantes sur la Costière de Nîmes (Gard), le sud-ouest de l'Hérault et à la limite des départements de l'Hérault et de l'Aude (voisinage de l'Aude) (Fn. Montpellier).

Lépidoptères

Euxoa segetum Schiff. — La chenille de cette Noctuelle a fait de gros dégâts sur le Maïs, dans les Landes (Roehrich).

Laspeyresia weberiana Schif. — Très nuisible par places, dans les vergers mal entretenus, à Rueil et à Bougival, sur Prunier, en fin mai (P. V. Paris, Fn. Versailles). Dégâts importants sur tronc et au-dessus du collet des Cerisiers, en avril-mai, aux environs de Toulouse (P. V. Toulouse) (Fn. Versailles).

Blastodacna atra Hub. — Des attaques à la base des yeux du Pommier, en mai, à Marsat (Puy-de-Dôme) paraissent devoir être imputées à cette espèce (P. V. Clermont-Ferrand, Fn. Versailles).

Hepialus lupulinus L. — La chenille fait d'importants ravages dans les cultures maraîchères des environs de Paris, surtout aux salades, choux, céleris, à Maison-Alfort, Gennevilliers, Villeneuve-Saint-Georges. Egalement chez les horticulteurs à Rueil-Malmaison, au Muguet, à Bougival, aux pivoines, dans la vallée de Chevreuse aux fraisiers (Fn. Versailles).

Diptères

Acanthiophilus helianthi Rossi. — Ravages considérables sur la plupart des cultures de Carthame, dans l'Hérault (Fn. Montpellier) ; dans les Landes, 50 p. 100 de dégâts sur la même plante, en particulier à Aires-sur-Adour (St. Zool. sud-ouest).

Napomyza lateralis Fall. — Larves abondantes sur salades, dans les jardins maraîchers de Montpellier (Fn. Montpellier).

Chamaepsila rosae Fall. — Sur céleri, cultures maraîchères de Perpignan (Pyrénées-Orientales) (Fn. Montpellier).

Philophylla heraclei L. — Graves dégâts (50 p. 100 des feuilles détruites) sur céleri-rave, dans le Bordelais (St-Zool. sud-ouest) ; a pullulé cette année dans les cultures de la même plante, région d'Achères et de Carrières-sous-Poissy, près Paris (Fn. Versailles).

Perrisia pyri L. (Cécidomyie du Poirier). — Infestation de plus en plus importante sur feuilles de Poirier dans le Béarn et en Chalosse, en août (St. Zool. sud-ouest).

Hylemia brunnescens MEG. — Recrudescence et violente attaque cette année, de cette Mouche, sur les cultures d'œillets de la région parisienne, notamment à Vaucresson, Fontenay-aux-Roses, Montreuil-sur-Seine, etc. L'asticot mine les tiges et les feuilles depuis septembre, jusqu'en mars sans interruption dans le cours de l'hiver (Fn. Versailles).

Hyménoptères

Bruchophagus gibbosus F. — La larve a ravagé d'importants lots de graines de Sainfoin emmagasinés à Lyon, en provenance de Toulouse (P. V. Lyon) (Fn. Versailles).

Rhogogaster viridis L. — La fausse chenille de cette Tenthrède, apparaît en juin et dévore ou coupe le bourgeon terminal de l'Osier et en compromet la récolte, dans de nombreuses oseraies de la Seine-et-Marne (Coop. agr. nord-est de la Brie, Coulommiers). Commet de graves dégâts sur *Salix alba* L. et *Salix vitellina* L. dans les parcs et jardins de la Ville de Paris, division de Saint-Denis (F.. Versailles, dét. HOFFMANN).

Aleurodes

Aleurodes vaporiarum SD. — A détruit entièrement une culture d'*Asparagus sprengeri* KOCH. (Serv. Parcs et Jardins ville Grenoble). Une forme de cet Aleurode a fait de gros ravages, à Antibes, sur Aubergine (Fn. Versailles).

Coléoptères

Pentodon punctatus VILL. (Scarabaeide). — La larve bien connue pour ses dégâts sur racines de la Vigne, ronge (à l'état adulte et larvaire) le collet des salades qui se dessèchent et périssent, en Vaucluse, dans l'Hérault, les Pyrénées-Orientales (Fn. Montpellier).

Schistoceros bimaculatus OL. (Bostrichidae). — Attaque les sarments de vigne, en période d'affaiblissement (comme *Sinoxylon sexdentata* OL.), dans les Pyrénées-Orientales (Fn. Montpellier).

Phloeosinus bicolor BRULLE (Scolytidae). — Graves dégâts sur jeunes plants de Cupressinées (*Sabine*, *Cupressus*, *Juniperus*, etc...), en pépinières, Gambais et Versailles (S.-et-O.) (Fn. Versailles).

Scolytus rugulosus RATZB. (Scolytidae). — Attaques violentes ayant amené en avril, le dessèchement complet de branches charpentières sur des pommiers de 4 ans apparemment sains, à Coursieu (Rhône) (P. V. Lyon) (Fn. Versailles).

Coraebus rubi L. (Buprestidae). — Pertes sensibles de rosiers, dans les pépinières orléanaises, en mai, dues aux attaques larvaires des racines et du collet de cette espèce (P. V. Orléans) (Fn. Versailles).

Agrilus aurichalceus REDT. (Buprestidae). — Importants dégâts sur framboisier, en juillet-août, dans la région de Cannes (Alpes-Maritimes) (M. COUPIN) (Fn. Versailles).

Acariens

Penthaleus major DAGUES. — Occasionne de très importants dégâts aux cultures maraîchères, principalement aux laitues, à Perpignan (Pyrénées-Orientales) (Fn. Montpellier).

Bryobia praetiosa KOCH. — Pontes très abondantes à Oradour-sur-Vayres (Haute-Vienne), sur Pommier de plein vent (Fn. Montpellier). Continue de se développer dans toute la région parisienne, surtout sur le Poirier et le Pommier, sur lesquels un commencement de pullulation a été observé dès le début de mars (P. V. Paris). Pullulation inquiétante dans les établissements d'arboriculture de Rivière-Saint-Laurent (Calvados) (Fn. Versailles).

Tetranychus althaeae HANOT. — Attaques violentes sur feuilles de Abutilon sp. (serres de la Ville de Paris, Auteuil) et sur Rose-Tremière à Grignon (Fn. Versailles).

Tyroglyphus farinae L. — Pullulation sur grains d'orge entreposés en tas à Saint-Felice-d'Amont (Pyrénées-Orientales) occasionne des démangeaisons intenses au personnel,

lors des manipulations (Fn. Montpellier). La plupart des stocks de graines de Colza et de Moutarde n'ayant pas été rentrés en de bonne conditions de siccité ont été envahis par cet Acarien, qui a provoqué des dégâts dans tout le cours de l'automne et de l'hiver, dans les régions de l'Eure-et-Loir (D. S. A. Chartres), du Cher (D. S. A. Bourges), de Seine-et-Marne (D. S. A. Melun) (Fn. Versailles).

Myriapodes

Iulus albipes KOCH. — Ses dégâts souvent méconnus ont été importants vers la fin de juin, sur betteraves sucrières dans la région de Coulommiers et de Mormant (S. à M.). Les graves attaques des racines compromettent la végétation (Fn. Versailles).

Nématodes

Heterodera Schachtii SCHMIDT (L'Anguillule de la Betterave). — Retrouvé en 1951 dans l'Aisne (région de Soissons) où il menace de se développer intensément (P. V. Reims et Lab. Nématodes Versailles).

Aphelenchoides Ritzema-bosi SCHWARTZ. — Provoque la maladie vermiculaire du chrysanthème ; particulièrement fréquente cette année dans toute la France, en raison des conditions climatiques favorables (Lab. Nématodes Versailles).

Mollusques

Helix (*Euparypha*) *pisana* MULLER. — S'est montré, en 1951, encore plus nuisible que l'an dernier, par suite de la grande humidité et la fraîcheur de la période estivale. Gros dégâts, surtout dans les Charentes, Normandie, Basse vallée du Rhône où presque toutes les cultures ont été attaquées, notamment la Betterave, en Charente-Maritime (Fn. Versailles).

Agrolimax agrestis L. — Ravages importants, surtout à l'automne sur Colza et Céréales, dans la région parisienne et les Ardennes (RITTER).

Vertébrés

Parmi les Rongueurs, les Campagnols (*Microtus arvalis* PALLAS) et les Mulots (*Apodemus sylvaticus* L.) ont montré çà et là des foyers dont l'activité sera à surveiller. D'autre part on nous a apporté des rats d'Alexandrie (*Ratus ratus alexandrinus* J. S. GEOFFROY) en provenance de la Sarthe ; ce qui semble témoigner une extension de cette forme vers le nord de la France.

Des plaintes assez nombreuses nous sont parvenues au sujet de dégâts importants dans les semis de maïs, elles proviennent surtout de la Normandie (Lab. Vertébrés, Versailles).

III. — ESPÈCES NUISIBLES DANS LES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER

a) *Ile de la Réunion*

Lépidoptères

Sesamia vuteria STOLL (Noctuidae). — La vaste répartition de ce papillon est confirmée par sa présence à la Réunion où il commet à l'état de chenille des dégâts sur diverses cultures légumières (P. V. Réunion) (Fn. Versailles). Il attaque la canne à sucre à l'Ile Maurice (Fn. Versailles).

Coléoptères

Cryptorrhynchus mangiferae F. (Curcul.). — La larve attaque les fruits du manguier (*Mangifera indica* L.). N'était pas signalé de la Réunion. Originaire de la région indo-malaise, ce charançon a suivi l'extension de l'arbre nourricier (Antilles, Java, Floride, Philippine, Ceylan, Madagascar, etc...) (P. V. Réunion) (Fn. Versailles, dét. HOFFMANN).

Cosmopolites sordidus GERM. (Curcul.). — Signalé de la Réunion en 1912, où il commet de graves dégâts aux bananiers (P. V. Réunion Fn. Versailles).

Callosobruchus maculatus F. (Bruchidae). — Très abondant et nuisible aux cultures des genres *Phaseolus* et à la Dolique (P. V. Réunion) (Fn. Versailles dét. HOFFMANN).

Coelosterma scabrata F. (Cerambycidae). — La larve de ce longicorne mine le tronc de *Casuarina equisitifolia*. L'adulte ronge les jeunes rameaux ; les dégâts peuvent amener la mort de l'arbre à plus ou moins longue échéance (P. V. Réunion) (Fn. Versailles).

Hémiptères

Parlatorea Blanchardi TARG (Coccidae). — Nuisible aux Agrumes et de nombreux végétaux très divers (Fn. Réunion) Fn. Versailles.

b) *Antilles*

Lépidoptères

Brassolis sophorae L. — La chenille attaque les feuilles du Palmier royal, à la Guyane française (P. V. Fort de France) (Fn. Versailles.

Hémiptères

Icerya Purchasi COMST (Cocccidae). — Très nuisible aux Agrumes, surtout au Citronnier. Il a comme prédateur extrêmement actif une Punaise : *Polystes tricolor* OL., qui attaque la cochenille en plongeant ses organes buccaux dans son sac ovigère (P. V. Fort de France) (Fn. Versailles).

Coléoptères

Pygocolaspis olivieri LEF. (Eumolpinae). — Nuisible aux plantations de Manioc, découpe le feuillage et entrave la végétation (P. V. Poste de Cayenne) (Fn. Versailles).

Allegona dilutata F. (Tenebrionidae). — Vit en commensal avec *Cosmopolites sordidus*, dans les tissus du bananier (P. V. poste de Fort de France) (Fn. Versailles).

Trachyderes mecinctus L. (Cerambycidae). — La larve attaque les branches et le tronc du Citronnier (P. V. Fort de France) (Fn. Versailles).

Note reçue le 15 avril 1952.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

HOUGAS (R. W.). — **Factor affecting sap transmission of the potato yellow-dwarf virus.** (Facteurs affectant la transmission mécanique du virus du « Yellow-dwarf » de la Pomme de terre). *Phytopatho.*, XLI-6, 483, 1951.

Deux virus seulement sur les 15 signalés par HOLMES comme transmis par des Cicadelles ont pu être inoculés mécaniquement. L'inoculation par piqûre avec une épingle s'est montrée la plus efficace pour transmettre le virus du Yellow-dwarf à la Pomme de terre et celui du Curly-top à la Betterave (9 p. 100 et 13, 7 p. 100 de succès respectivement). Le carborundum ne donne que 2,7 p. 100 d'infections lorsqu'on tente d'inoculer par cette méthode le virus du Yellow-dwarf à la Pomme de terre. Par contre, le même virus est facilement inoculable avec carburundum au *Nicotiana rustica* qui permet l'étude quantitative du virus (lésions locales sur la feuille inoculée, suivies d'une généralisation de l'infection).

Le virus du Yellow-dwarf était prélevé sur Pomme de terre et débarrassé des virus surnuméraires par inoculation au Trèfle incarnat et au *N. rustica* à l'aide de l'insecte vecteur *Aceratagallia sanguinolenta* Prov. celui-ci étant élevé sur *Portulaca grandiflora*. Tous les essais d'inoculations étaient réalisés avec carburundum à des diluations variées (dans le phosphate de soude de tampon 0, I Mà pH 7). L'inoculation a été réalisée chez le *N. rustica*, le *S tuberosum*, la Tomate, le Trèfle incarnat et le *Datura Stramonium*. Chez toutes ces plantes on observe d'abord des lésions locales sur la feuille inoculée, puis une généralisation de l'infection.

Les plantes sont d'autant plus aisées à inoculer que leur croissance est plus rapide. Les températures élevées sont les plus favorables à l'expression des symptômes. Le nombre de lésions locales est augmenté 2 à 4 fois en soumettant la plante à l'obscurité avant l'inoculation. L'obscurité est sans action en post-inoculation. L'hydrochlorure de cystéine, agissant comme réducteur, augmente la longévité du virus.

La sensibilité de la Pomme de terre aux inoculations mécaniques est très augmentée par le prétraitement à l'obscurité. Aucune infection n'est d'ailleurs obtenue sur les plantes non soumises à ce traitement. Grâce au prétraitement par l'obscurité 62 plantes sur 64 ont pu être infectées et 51 d'entre elles ont présenté une infection générale.

Ces résultats suggèrent qu'une amélioration des techniques doit permettre d'inoculer mécaniquement quantité de virus qui n'ont pu l'être jusqu'à présent. Il y a souvent, dans les jus extraits, des inhibiteurs. L'impossibilité d'inoculer mécaniquement certains virus transmis par Cicadelles est peut-être due à de tels inhibiteurs. La transmission par insecte à des hôtes chez lesquels ces inhibiteurs n'existent pas doit permettre leur inoculation mécanique.

P. L.

MULLER (K. O.) et MUNIO (J.). — **The reaction of virus-infected potato plants to** *Phytophthora infestans*. Réaction au *Phytophthora infestans* de Pommes de terre infectées par des virus. *Ann. appl. Biol.* XXXVIII, 4, 765-773, 1952.

La croissance du *Phytophthora infestans* était retardée sur des feuilles de plantes inoculées artificiellement par le virus X ou le virus Y. La réduction du développement du Mildiou sur les feuilles infectées par un virus est due en partie à une augmentation de la résistance à l'infection. Les auteurs supposent également que la présence du virus modifie le métabolisme des tissus dans un sens défavorable au développement du *P. infestans*.

P. L.

FAAN (H. C.) et JAMES JOHNSON. — **The over wintering of the Cucumber Mosaic virus.** L'hibernation du virus de la Mosaïque du Concombre. *Phytopatho.*, XLI-11, 1001, 1951.

Les auteurs ont repris l'étude des tests d'hibernation du virus de la Mosaïque du Con-

combre. L'importance de cette étude ne peut échapper puisque la transmission par la semence ne paraît pas intervenir dans les problèmes que pose la lutte et que le virus ne survit pas dans les tissus morts.

La littérature antérieure attachait, aux Etats-Unis, une importance particulière à L'*Asclepias syriaca* dont l'éradication a été recommandée par DOOLITTLE au voisinage des cultures sensibles. Dans d'autres régions on a fait intervenir le *Phytolacca decandra* et le *Commelina nudiflora*. Onze plantes nouvelles susceptibles d'héberger le virus dans la nature ont été découvertes : *Leonurus cardiaca- Euphorbia corollata. Valeriana officinalis Gludiolus* sp. *Polemonium carruleum, Phlox mummondü. Rudbeckia. Lychnis alba, Mellugo verticillata, Salvia patens, Cleome spinosa.* — L'*Asclepias syriaca* a été trouvé rarement infecté.

L'importance des différentes espèces observées intervient en groupe sans qu'il soit possible de rendre spécialement responsable l'une d'entre elles. Notamment la présence d'*Asclepias syriaca* et de *Physalis* vivaces agit peu sur le développement de l'épidémie. Les épidémies varient beaucoup d'une année à l'autre probablement en fonction de l'action des conditions de milieu sur les pucerons vecteurs. On sait d'ailleurs que ces pucerons sont très efficients pour transporter le virus à faible distance, il faut noter d'ailleurs que DOOLITTLE ainsi que DOOLITTLE et WALKER ont reconnu que des Coléoptères (*Diabrotica vittata et D. 12 ponetata*) pouvaient transmettre le virus à grande distance. Ceci également demanderait à être repris.

P. L.

WALLACE (J. M.). — **Recent developments in studies of Quick decline and related diseases.** Récents développements de l'étude du « Quick decline » des Citrus et des maladies voisines. *Phytopatho*, XLI, 9, 785-793, 1951.

Des semis de Citronniers mexicains développent des symptômes en 4 à 6 semaines après inoculation par le virus du « Quick-decline ». Ceci fournit un test assez rapide pour l'étude de la maladie et particulièrement précieux comme indicateur du rôle joué par les divers insectes vecteurs. Les symptômes provoqués par le virus du Quick décline sur les semis de Citronniers paraissent identiques à ceux décrits sous le nom de « lime disease » dans la colonie africaine du Gold Coast et à ceux de la « stem pitting disease » de l'Afrique du Sud. Ils se rapprochent également beaucoup des effets produits par la « tristeza » au Brésil. Par contre, l'auteur estime que les travaux publiés sur la maladie connue sous le nom de « xyloporosis » en Palestine et au Brésil n'apporte pas la preuve que cette affection soit apparentée aux précédentes. Il n'est même pas certain qu'il s'agisse d'une maladie infectieuse.

L'auteur estime que « lime disease », « stem pitting disease », « tristeza » et « quick decline » sont probablement causés par le même virus ou par des souches étroitement apparentées du même virus. Il semblerait que les caractères attribués jusqu'à présent à ces trois maladies différentes soient dus en réalité à des réactions différentes de divers hôtes ou combinaisons d'hôtes (greffons et sujets) à l'infection d'un même virus. Ces conceptions conduisent à réviser les idées admises sur les méthodes de lutte. D'après les premières observations on estimait que les dégâts pouvaient être évités en plantant des combinaisons, sujet-greffon non sensibles à la nécrose du liber au voisinage du bourrelet de greffe. En Afrique du Sud le dépérissement des Pamplemousses qui accompagne les symptômes du « stens pitting » apparaissent sur des semis de Pamplemousse aussi bien que sur des Pamplemousses greffés sur des porte-greffes « Rough lemon ». Il est probable que cer taines variétés de Pamplemousses peuvent être trouvées sensibles à ce type de dégâts indépendamment du type de porte-greffe même si elles ne présentent pas le type de symptômes généralement associé au « Quick decline » ou à la « tristeza ».

La décadence menaçante des cultures de *Citrons* dans le *Gold-coast* montre la potentialité épidémique sérieuse du virus du Quick décline dans les régimes productrices jusque là considérées comme relativement indemnes.

P. L.

COURANJOU (A.). — Echec à la Psorose, *Fruits et Primeurs*, XXI, 221, 2-5, 1951.

L'A. estime que seuls les arbres souffrant de carences alimentaires sont atteints en Afrique du Nord. L'application d'une sclution de permanganate de potassium au sol autour des racines 3 fois par an pendant 4 ans, à la dose de 3 kg par arbre aurait donné une guérison complète et permanente. En raison du prix de ce traitement on s'est orienté vers des produits moins coûteux. Un polynitrocycloaral covloxybenzène a donné de bons résultats. Des essais du même ordre sont envisagés contre la gommose et le quick decline.

P. L.

BRIERLEY (P.) et SMITH (F. F.). — **Survey of virus diseases of Chrysanthemum.** Examens des maladies à virus du Chrysanthème. *Plant disease Reporter* XXXV, 12, 524-526, 1951.

C'est en 1945, avec l'apparition de la maladie du *stunt* qu'on s'est inquiété, aux Etats-Unis, des virus du Chrysanthème. Six virus doivent maintenant être distingués :

1° *Tomato spotted wilt virus*, connu depuis longtemps sur Chrysanthème en Angleterre, existe en Californie et dans l'Etat de Washington. Les Chrysanthèmes anglais constituent un réservoir de virus important. Les symptômes sont mal définis (anneaux, lignes sinueuses, zones décolorées) mais plus accentués sur les plantes jeunes que sur les plantes âgées.

2° *Aster yellows virus* (virus de la jaunisse des Reines-Marguerites). Le pourcentage d'infection, dans la nature, n'est jamais très élevé, mais les symptômes sont très accentués et les plantes atteintes gravement endommagées. On observe parfois la production de fleurs vertes. Les pousses latérales sont souvent minces et érigées. Des rejets dépourvus de vigueur et portant de toutes petites feuilles en grand nombre sont fréquents. Le *vein-clearing* n'est pas constant. Chez beaucoup de variétés la plante est tuée dans l'année. La variété *Igloo* a cependant survécu 5 ans en serre. L'insecte vecteur *Macrosteles divisus* acquiert facilement le virus sur le Chrysanthème.

3° *Chrysanthémum stunt virus*. Cette maladie est peu importante. Son endémisme est peut-être dû au fait qu'elle peut infecter diverses Composées sans provoquer de symptômes. On utilise comme hôtes différentiels les variétés de Chrysanthèmes *Blazing Gold* et *Mistletoë* (sympt. sur les feuilles inoculées). Le symptôme le plus typique est le rabougrissement sans mosaïque ni déformation. Les fleurs sont souvent pâles. La floraison est plus précoce. Cependant chez beaucoup de variétés les symptômes sont plus accentués. La Cinéraire (*Senecio cruentus*) et le *Chrysanthèm parthénium f. flosculosum* réagissent par un rabougrissement accompagné de la formation de rosettes mais sont inférieurs au *Chr. Mistletoë* comme hôtes différentiels.

4° *La Mosaïque de Blanche ou Mosaïque de News* due au virus Q qui a été isolé de plantes d'aspect normal de la variété *Blanche*. Cette variété et quelques autres sont infectées à 100 p. 100. *Mistletoë* et *Good News* sont de bons hôtes différentiels et réagissent par une Mosaïque typique.

Le virus est présent chez des variétés d'origine danoise, anglaise et américaine. Le virus Q est transmissible mécaniquement. On ne connaît pas d'insectes vecteurs. On ne connaît pas d'hôtes en dehors de la famille des Composées. C'est le virus Q qui provoque sur le Chrysanthème les Mosaïques les plus franches.

5° « *Ivory seagull mosaïc* » — Provoquée par un virus porté de façon inapparente par la var. *Ivory seagull*. — Certaines variétés réagissent par une Mosaïque. La *Cineraire* et le *Chr. parthenium. flosculosum* sont tolérants. On ne connaît pas d'insecte vecteur. L'inoculation mécanique est difficile.

6° *Tomato aspermy*. — Cette maladie a d'abord été attribuée au virus I. du Concombre ; mais le Concombre n'est pas sensible. Le virus est très répandu sur le Chrysanthème (transmis par Pucerons-inactivé à 50°). Le virus est transmissible au *Zinnia* et au *N. glutinosa*. Des *Zinnia* infectés par la souche de Price du virus I. du Concombre restent sensibles. On a décrit de nombreux type de symptômes. Aux Etats-Unis on n'a jamais observé de symptômes marqués chez le Chrysanthème.

Le virus de la Mosaïque du Concombre signalé en Angleterre sur le Chrysanthème n'a pas été observé aux Etats-Unis.

P. L.

GALLAY (R.), TERRIER (Ch.) et TRIVELLI (G.). — **Le Mildiou de la Vigne. Les expériences de 1951.** *Revue romande d'Agriculture, de Viticulture et d'Arboriculture*, n° 11, 1951.

I. Les auteurs rappellent les notions connues sur la biologie du Mildiou de la Vigne en insistant particulièrement sur la contamination des grappes. Ils rappellent que sur les grains déjà évolués l'incubation est plus longue d'une semaine environ que pour les feuilles contaminées en même temps, et que, plus tard, vers la mi-juillet (en Suisse) quand la rafle est lignifiée, les raisins ne sont plus sujets à l'infection.

II. Par suite des conditions météorologiques brièvement résumées, la vigne s'est trouvée cette année dans la région de Lausanne, du début juin à la mi-juillet, sous la menace constante d'une attaque massive du fait que les pluies favorisant l'infection ont coïncidé le plus souvent avec l'apparition des conidiophores et des conidies. D'autre part, vu la fréquence des pluies et leur volume, il était difficile de régler la cadence des traitements de manière à réduire ces derniers à un minimum, tout en gardant la certitude d'obtenir une protection efficace de la vigne.

III. Six traitements ont été faits du 4 juin au 26 juillet dans des conditions identiques pour les différents produits. Les produits utilisés sont : la bouillie bordelaise à 1,5 p. 100 avant la floraison et 2 p. 100 après ; quatre oxychlorures de marques différentes, A, B, C, D

à 0,5 p. 100 avant floraison, 0,75 p. 100 après ; un oxydule de cuivre à 0,5 p. 100 ; un carbonate de cuivre à 1 p. 100 ; une combinaison de traitements oxydule de cuivre avant floraison, et bouillie bordelaise après floraison ; deux produits organiques A et B et un produit organique C, renfermant un sel de cuivre. Les quatre oxychlorures ont donné une protection sur feuilles équivalente à celle de la bouillie bordelaise, voisine sur les grappes sauf pour le produit B dont l'adhérence semble mauvaise. L'oxydule de cuivre donne une protection équivalente à la bouillie bordelaise et la combinaison préconisée par les auteurs (oxydule, puis bouillie bordelaise) a donné entière satisfaction. Le produit organique A a protégé le feuillage d'une façon satisfaisante, moins bonne sur grappes. Le produit nouveau B a nettement surpassé la bouillie bordelaise ; le produit C, combinaison d'un sel de cuivre et du produit A a eu une efficacité supérieure à ce dernier employé seul. D'autres essais ont été effectués avec des produits cupriques additionnés de soufre ou de bouillie sulfocalcique. Les résultats ont montré une fois de plus que le soufre n'augmente pas l'efficacité des bouillies cupriques. Les essais de laboratoire ont eu pour but d'estimer l'adhérence et la résistance au lavage de certains des produits précédents sur feuilles et sur grappes. Il en résulte que la bouillie bordelaise confirme ses qualités, protégeant également les feuilles et les grappes ; parmi les oxychlorures, le produit A a eu une adhérence analogue ; le produit B et l'oxydule de cuivre sont nettement inférieurs sur feuilles et sur grappes. L'oxychlorure C donne une protection assez bonne sur les grappes, mais insuffisante sur les feuilles. C'est l'inverse pour le produit D.

IV. Une enquête faite dans le vignoble romand a mis en évidence le rôle déterminant de l'époque des traitements et la supériorité de la bouillie bordelaise sur les oxychlorures et les oxydules qui ne sont capables d'assurer une protection totale que si les traitements sont faits exactement au moment nécessaire. En conséquence, les stations fédérales d'essais viticoles ont confirmé leur décision de ne délivrer l'autorisation de vente aux fabricants d'oxychlorure et d'oxydule que jusqu'à la floraison seulement. Le carbonate de cuivre est équivalent à la bouillie bordelaise. On rappelle que dans certains cas les traitements tardifs sont inutiles. Quelques indications sont données sur l'importance de la technique de pulvérisation, de l'âge des vignes et du porte-greffe sur l'intensité de l'attaque. On confirme que les parcelles envahies de mauvaises herbes ne sont pas moins attaquées par le mildiou que celles qui sont bien travaillées.

J. S.

EIDE (Carl J.) et CHRISTENSEN (C. M.). — **Wood decay in apple trees in Minnesota.** (Altérations du tronc et des branches chez les Pommiers dans le Minnesota). *Phytopathology*, 30, 937-944, 1940.

La courte vie des Pommiers dans beaucoup de régions du globe a été principalement attribuée aux conditions de climat et de sol. En particulier, dans le Minnesota, les Pommiers ne dépassent pas 30 ans. En 1936, 1937 et 1938, les auteurs firent abattre et ouvrir 150 Pommiers de 10 à 30 ans pour examiner la cause des altérations du tronc, leurs relations avec les coups de soleil, les craquements dûs au gel, etc... Les fructifications de champignons lignicoles furent récoltées et cultivées, et servirent de base pour identifier les champignons isolés des bois altérés.

L'altération a le plus souvent son point d'origine dans les moignons des branches ; les altérations dues au froid et les coups de soleil favorisent aussi l'entrée des organismes lignicoles. Plusieurs centaines d'isolements ont donné de nombreux champignons, dont des bactéries et des moisissures communes à partir des troncs en décomposition avancée. Les champignons lignicoles identifiés sont les suivants : *Fomes applatanus* (Pers.) Wallr. ; *Trametes mollicola Berk. and* Curt. : *Polyporus versicolor* (L.) Fries ; *Thelephora* sp., *Polyporus resinosus* (Schrad.) Fries ; *Pholiota adiposa Fries* ; *Schizophyllum commune* Fries : *Trametes hispida* Bagl. ; *Polyporus adustus* (Willd.) Fries ; *Lenzites betulina* (L.) Fries.

On en conclut qu'un nombre relativement grand d'organismes est capable de participer à l'altération du bois du Pommier. Beaucoup de ces champignons sont déjà signalés dans des travaux antérieurs. Pour Schizophyllum commune, les auteurs sont en désaccord : est-il un parasite ou un simple saprophyte ? Pour Putteril, il y aurait diverses souches plus ou moins actives.

Au laboratoire, on a essayé d'obtenir des fructifications de ces champignons en culture sur des blocs de bois stérilisés. Polyporus versicolor, Trametes hispida, Schizophyllum commune ont fructifié ; les deux derniers, même sur des milieux gélosés. On peut également provoquer la fructification en découpant de gros blocs dans le bois attaqué et en recouvrant le sommet de paraffine, la base étant maintenue sur un sol humide. Les observations des auteurs montrent que ces champignons peuvent causer de sérieux dégâts. Leur porte d'entrée étant constituée par les blessures, les dégâts dûs au froid, les coups de soleil, toutes les mesures restreignant l'importance de ces dégâts : enduit protecteur sur les plaies d'élagage, l'étayage des

branches pour éviter qu'elles ne cassent, la peinture ou l'enveloppement des troncs pour éviter les coups de soleil prolongeraient certainement la vie des arbres dans les régions où le Pommier n'est pas exactement dans son optimum géographique.

C. M. M.

COOLEY (J. S.). — **Natural infection of replanted apple trees. by white root rot fungus.** (Infection naturelle de pommiers replantés par le champignon de la pourriture blanche des racines). *Phytopathology*, 39, 11-0113, 1948.

Dans le cours des études sur les maladies des racines des Pommiers durant les 15 dernières années, le Champignon de la pourriture blanche des racines, *Corticium galactinum* (*Fries*) BURT, relativement peu fréquent, a été décrit comme cause de la mort de nombreux arbres dans les vergers affectés and Ross Davidson. Les essais de replantation ont été effectués dans deux vergers de Pommiers en Virginie, dans lequels le *Corticium galactinum* prévalait. Un de ces vergers contenait 252 arbres âgés de 27 ans et de variétés suivantes : *York Imperial*, *Grimes Grimes Golden*, *Winesap* et *Stayman Winesap*. L'autre contenait 80 arbres de 18 ans en *Winesap* et *Yellow Newtown*. 15 p. 100 des Pommiers de la première plantation ont été attaqués pendant les 8 années de l'expérimentation puis remplacés par des Pommiers *Delicious*, âgés de 2 ans.

La conclusion générale du travail est que la présence dans le sol de débris de bois est nécessaire pour la conservation de l'organisme pathogène aussi bien que pour l'infection des Pommiers.

R. L.

COOLEY (J. S.) et DAVIDSON (ROSS. W.). — **A white root rot of apple trees caused by** *Corticium galactinum* (Une pourriture blanche des racines de Pommiers). *Phytopathology*, 30, 139-148, 1940.

Très fréquemment dans les recherches sur les maladies des racines de Pommiers, plusieurs Champignons ont été trouvés associés comme saprophytes à des débris de bois mort. Cependant, en 1932, un Champignon fut observé comme parasite actif vivant sur les racines de Pommiers à Heards, Virginia, U. S. A. Depuis, le parasite a été identifié, c'est le *Corticium galactinum* (FRIES) BURT. Habituellement, la maladie débute au collet ou sur les grosses racines et envahit rapidement le système radiculaire. Il est probable que les terres nouvellement défrichées, ou adjacentes à des forêts, sont favorables au Champignon. La propagation de la maladie d'arbre en arbre se fait assez lentement, mais dès que l'attaque est commencée la mort peut survenir rapidement. Les arbres sont beaucoup plus sensibles dans les pépinières cultivées que dans celles qui ne le sont pas.

R. L.

DARPOUX (H.) et FAIVRE-AMIOT (A.). — **Action curative de quelques substances antibiotiques et d'un produit organo-mercurique sur la Tavelure du Pommier**. *C. R. Acad. agr.*, 1951.

Des essais en pépinière sur de jeunes Pommiers du type East-Malling III, très sensibles à la Tavelure, ont montré que des substances antibiotiques et un produit organo-mercurique, appliqués pendant la période d'incubation de la maladie, réduisaient l'apparition des taches dans des proportions comprises entre 60 et 80 p. 100. Deux traitements effectués le 5 juin et le 31 juillet 1950 ont donné des résultats identiques. Les calculs statistiques démontrent que la réduction des taches était significative pour les jus de culture des Aspergillus du groupe niger N° M. L. 1102 et No. M. L. 1107, du Penicillium claviforme No. M. L. 1044 et pour le produit à base de phényl-mercuritriéthanol-ammonium.

R. L.

SPRAGUE (R.). — **Apple powdery mildew spray trials at the Tree Fruit Station in 1949.** (Essais de traitement contre l'oïdium du Pommier à la Station des arbres fruitiers en 1949). *Proc. Wash. St. hort. Ass.*, 45, 47-50, 2 graphs, 1949. *An. Rev. Ap. Myc.*, XXX : 475, 1951.

Au cours d'essais à la Station des arbres fruitiers (Washington) en 1949 pour la lutte contre l'oïdium du Pommier (Podosphaera leucotricha) sur Jonathan et Black Jonathan, les traitements furent combinés avec les pulvérisations habituelles aux stades bouton rose, après chute des pétales (calyx) et post-floraux (quatre.)

Un bon résultat fut obtenu (15 p. 100 environ de rameaux infectés) avec 2,5 p. 100 de bouillie sulfocalcique pour le premier traitement et 2 p. 100 pour le second, suivis par soufrages ou 120 g pour 100 litres d'Arathane dans les traitements post-floraux. De bons résultats furent aussi obtenus avec du Koludust pour les deux premiers et avec du CR 305 (120 g pour 100 litres pour les deux premiers et 240 g pour 100 litres pour les post-floraux). Six applica-

tions de Zerlate (240 g pour 100 litres) plus Mike sulphur (240 g pour 100 litres) donnent le meilleur résultat, 8 p. 100 environ de rameaux infectés, mais le mélange est trop coûteux (0,43 dollar pour 100 litres) et cause quelques brûlures sur les fruits. Les arbres non traités présentent presque 50 p. 100 d'infection. R. L.

GAUDINEAU (Mlle M.). — **L'oïdium du Pommier. Persistance et essais de lutte.** *Comptes-rendus du Congrès Pomologique de Metz*, 1951, 69-73.

L'auteur rappelle brièvement les caractères de la maladie et donne des précisions sur les exigences en humidité de la germination des conidies. Un état hygrométrique voisin de 100 p. 100 est indispensable pour assurer leur germination (d'après les travaux de STOLL et BERWITH) et un optimum de température se situant entre 19° et 22° ; cela expliquerait la gravité relative des infections secondaires au cours des printemps humides 1950 et 1951 où des attaques sur bouquets floraux de Cox's Orange Pippin et Museau de Lièvre ont été constatées pour la première fois. Les observations répétées depuis 1945 font adopter à l'auteur, pour la région du Sud-Ouest de la France, le point de vue classique de la persistance du parasite dans les rameaux infectés, sans intervention sensible des périthèces trouvés dans un seul cas, en septembre 1949.

Le troisième paragraphe donne les résultats de traitements expérimentaux effectués dans une plantation lot-et-garonnaise où 4 variétés : *Jonathan*, *Morgendurf*, *Wagener* et *Winesap* sur 3,5 ha avaient été envahies. Des essais répétés pendant 3 ans ont montré l'inutilité des traitements d'automne et ont mis en évidence une bonne efficacité, après suppression des pousses oïdiées, d'un traitement à la bouillie sulfocalcique à 3 p. 100 avant le gonflement des bourgeons. Une pulvérisation à la bouillie sulfocalcique à 1,5 p. 100 lorsque les boutons floraux sont visibles, ou à 1 p. 100 après la chute des pétales augmente l'efficacicité en diminuant les infections secondaires.

L'auteur conclut en indiquant que la persistance de la maladie est le fait d'une infection interne des bourgeons réalisée de bonne heure, contre laquelle il faudrait parvenir à saisir la date opportune où un anticryptogamique serait efficace sans altérer l'œil en formation.

R. L.

FRITSCHE (H.). — **Einige dieses Jahr häufig auftretende physiologische Storungen bei Kernobstbäumen.** Quelques désordres physiologiques ayant affecté fréquemment les pommes cette année). *Schweiz. Z. Obst.-u. Weinb.*, 59, 17 : 312-315, 1950. In : *Rev. Applied Myc.*, XXX, 475, 1951.

Trois désordres physiologiques ont été fréquemment trouvés sur des pommes en Suisse, en 1950 : Des fissures se présentant sur des fruits après des changements brusques de temps, d'une période sèche à humide. Des brûlures de soleil causant des nécroses aux couches de cellules extérieures sur les portions de fruits exposées au soleil (pommes et poires). Les lésions résultantes, brunes, circulaires, deviennent plus tard des dépressions souvent liégeuses. Cet état est prédominant sur les fruits traités par rapport aux non traités. Des taches brun clair, dispersées dans la chair des Pommes surtout sur les variétés *Bernen Rosen*, *Glocken*, *Danziger Kant* et *Sauergrauech*, qui sont d'origine incertaine, mais dans la plupart des cas accompapagnent un liège interne associé avec une déficience temporaire en bore qui peut ne pas être assimilé d'une manière suffisante dans le sol, sous des conditions de sécheresse prédominante.

Quand les pluies d'hiver et de printemps sont faibles, du borax à la dose de 5 à 10 g par m², doit être appliqué à la fin de l'hiver, sur la surface couverte par le feuillage de l'arbre. La distribution uniforme de cette petite quantité de borax peut-être facilitée par un mélange avec une quantité dix fois plus forte de sable, superphosphate ou sel de potasse.

R. L.

STODDART (E. M.). — **Control of Strawberry red stele by chemotherapy.** (Lutte contre le cœur rouge du fraisier par chimiothérapie). *Phytopathology*, 41, 858, 1951.

La maladie du cœur rouge du fraisier (Phytophthora fragariae) a été traitée par des applications dans le sol d'éthylène-bis-dithiocarbamate de sodium. Des essais en serre ayant démontré l'action thérapeutique du produit par l'absorption de celui-ci par les fraisiers, des expériences en plein champ ont été entreprises. Un premier traitement fut effectué au début de mai quand les plantes commençaient à fleurir, en injectant le produit sous pression dans le sol à la concentration de 1,5 p. 100 et à la dose de 18 700 litres à l'hectare. La maladie fut enrayée immédiatement. Un second traitement fut fait après ramassage. Aucune progression de la maladie ne s'est présentée dans la même année ni la suivante, et les plantes saines, placées dans les parties infectées et traitées, sont restées saines. Il semble probable que dans le champ d'expérience l'éthylène-bis dithiocarbamate de sodium fut actif comme thérapeutique et comme stérilisant du sol. R. L.

Snow (D.). — **The germination of mould spores at controlled humidities** (La germination des spores de moisissures en fonction de l'humidité). *Ann. appl. biol.*, XXXVI, 1-13, 1949.

Les travaux antérieurs sur le sujet fondaient leurs résultats sur l'apparition de la moisissure sur les fruits contaminées. Il était intéressant de déterminer, pour certaines moisissures communes l'humidité minimum permettant la germination. Les résultats peuvent avoir une application pratique pour la conservation des fruits, des produits alimentaires, des textiles, des cuirs, des appareillages électriques. Les spores provenant de cultures pures sont déposées sur des carrés découpés dans des plaques de gélatine préalablement ramollies par trempage de 3 ou 4 secondes dans l'eau à 50°, ou dans une solution nutritive, collés sur des lames de verre puis séchés. Les lames ensemencées sont placées dans des bocaux dont l'humidité est ajustée à l'aide de solutions salines ou d'acide sulfurique de concentrations variables. Les lames sont examinées tous les jours, on calcule le temps de latence avant la germination et la vitesse d'élongation des tubes germinatifs pour chaque espèce.

L'humidité minimum nécessaire à la germination est la suivante pour les espèces étudiées : *Mucor spinosus*, *Rhizopus nigricans* et *Botrytis cinerea* 95 p. 100 ; *Tricothecium roseum* 90 p. 100 ; *Cladosporium herbarum* 88 p. 100 ; *Penicillium rugolosum*, *P. cyclopium*, *Aspergillus niger*, *P. Wortmanni*, *A. nidulans*, *P. sartoryi*, *P. jellutanum* et *A. versicolor* à 80 86 p. 100. *A. sydowi*, *A. restrictus*, *A. candidus*, *A. amstelodami*, *A. chevalieri* et *A. repens*, 73 à 75 p. 100 ; *A. ruber*, 70 p. 100 ; *A. echinulatus* 66 à 70 p. 100.

Les 5 dernières espèces appartenant au groupe *Asp. glaucus*, dont les conidies semblent aptes à germer dans des atmosphères relativement sèches, au besoin au bout d'un temps très long, puisque pour une humidité relative de 62 p. 100 les spores d'*A. echinulatus* germent au bout de 2 ans. Les différences entre les champignons essayés sont sans doute dues d'une part à la plus ou moins grande épaisseur des membranes des spores, d'autre part à la pression osmotique plus ou moins élevée du cytoplasme. Le développement des moisissures peut donc être considéré comme un danger latent pour des humidités de 60 à 70 p. 100 pour de longues périodes, mais leur développement rapide n'est pas à craindre pour des humidités inférieures à 70 p. 100. C. M. M.

Saivenois (André). — **Les causes de brûlures provoquées par les traitements antiparasitaires.**

Le Fruit belge, No. 117 ; 73-79, mai 1951.

Les dégâts provoqués à la végétation ne sont pas toujours dûs à une défectusoité dans le mode d'application du produit, mais aussi à d'autres causes telles que les conditions atmosphériques et les réactions du végétal. Il faut aussi tenir compte du fait que, en ce qui concerne les maladies cryptogamiques, les affections sont provoquées par des organismes végétaux tout comme les cultures à protéger ; la marge de sécurité se trouve donc très réduite pour l'utilisation des produits fongicides. L'auteur décrit 4 sortes d'accidents pouvant causer des brûlures en relation avec les pulvérisations anti-parasitaires.

1° *Accidents dûs à un mauvais choix ou à une préparation défectueuse des bouillies.* — Le dosage minutieux des produits est très important. Il vaut toujours mieux se conformer aux indications du fabricant et peser le produit au lieu de le mesurer, car son poids spécifique risque fort d'être éloigné de celui de l'eau. Si la dose du vendeur manque de précision, il est préférable de choisir la dose minimum et de mouiller davantage les arbres ; c'est là un principe qui s'applique d'ailleurs à maints traitements. Pour la fabrication de la bouillie bordelaise il est nécessaire de vérifier sa neutralité ; l'action de la chaux variant considérablement selon sa provenance, son âge et sa pureté. Attention aussi aux mélanges de produits, il est prudent de s'en référer au fabricant lui-même. Pour la même raison, il faudra rincer soigneusement l'appareil de traitement après chaque pulvérisation. Dernier point très important : l'agitation permanente des solutions durant leur application ; sinon, gare aux fonds de cuve inévitablement plus concentrés.

2° *Accidents dûs à une mauvaise application du produit.* — Les risques de brûlure sont réduits grâce à une pulvérisation très poussée, les gouttelettes très ténues rendant impossible les concentrations de matière active. Éviter les jets violents pouvant causer des blessures.

3° *Accidents dûs à la réaction du végétal.* — Les arbres sous-alimentés sont particulièrement sensibles à l'action des produits, surtout aux fongicides. On constate des dégâts après pulvérisations sur des feuilles déjà tavelées, et on conçoit aisément que des organes ayant subi des piqûres des Pucerons absorbent, par ces plaies, des traces de matières corrosives. De même le degré de résistance d'un organe végétal varie selon son âge ; c'est souvent une simple question de durcissement des tissus.

4° *Accidents dûs aux conditions atmosphériques.* — *Avec les composés du cuivre* : De nombreuses hypothèses ont été émises en ce qui concerne l'action du cuivre sur les végétaux. Il semble cependant que les altérations de cuivre pénètrent dans les cellules épidermiques des

feuilles et des fruits y provoquant empoisonnements et nécroses. Les expériences entreprises en la matière démontrent qu'il y a danger de brûlures avec le cuivre dès que la température descend en dessous de 10°C avec une humidité supérieure à 70 p. 100. Il est à noter que les conditions atmosphériques jouent aussi longtemps que le dépôt de cuivre reste suffisant pour être solubilisé et introduit dans les cellules. — *Avec les composés du soufre* : Contrairement au cuivre, les composés du soufre brûlent lorsque la température devient plus élevée. Un minimum de chaleur (16-18°C) est requis pour qu'ils exercent leur action fongicide ; mais au-delà de 30°C les émanations peuvent brûler. Quelques variétés sont particulièrement sensibles : *Belle de Boskoop* et *Cox's Orange*. De nombreuses expérimentations semblent prouver que les dangers de brûlures par la chaleur sont plus grands avec le soufre mouillable qu'avec la bouillie sulfocalcique.

R. L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

JACKSON (W. B.). — **Food habits of Baltimore, Maryland, cats in relation to rat Populations.** (Le régime alimentaire des Chats à Baltimore (Maryland) et ses relations avec les populations de Rats). *Journal of Mammalogy*, 32, nº 4, 458-461, 1951.

En différents endroits de Baltimore, ont été collectées des crottes de Chats domestiques vivant à l'état libre. L'analyse de 500 crottes a montré que ces Chats se nourrissaient principalement de détritus et que les Rats n'entraient que pour 6,7 p. 100 dans leur nourriture. L'auteur en déduit qu'en cette localité, les Chats n'intervenaient que pour 20 p. 100 dans la mortalité des Rats qui maintient leurs populations en état stationnaire. Leur rôle dans la lutte contre les Rats est donc faible.

J. G.

POST (G.). — **Effects of toxaphene and chlordane on certain game birds.** (Effets du toxaphène et du chlordane sur certains oiseaux-gibier). *Journal of Wildlife Management*, 32, nº 4, 381-386, 1951.

Les observations ont été faites dans le Wyoming où 700 000 ha en 1949 et 975 000 en 1950 furent traités contre les Criquets avec du son à 0,5 p. 100 de toxaphène ou 1 p. 100 de chlordane. Les quantités épandues furent de 6,1 kg à l'hectare en 1949 et 13,2 kg en 1950. La répétition des traitements en certains points a entraîné l'épandage de quantités allant jusqu'à 43 kg d'appâts à l'hectare. Des expériences préliminaires faites en laboratoire ont montré que la dose critique c'est-à-dire la dose au-dessus de laquelle des accidents graves ou mortels sont à redouter se fixait pour le Faisan à collier entre 100 et 200 mg/kg de toxaphène et aux environs de 500 mg/kg de chlordane ; que pour la Perdrix Chukar cette dose était de 50 mg/kg pour le toxaphène et 100 à 200 mg/kg pour le chlordane. Les expériences faites sur la Perdrix des Sauges ne peuvent pas être retenues. Il est à noter que dans toutes les expériences d'intoxication aiguës le délai de survie est le plus souvent considérable : 5 à 60 jours. Lors des traitements effectués, le contrôle a porté au total sur 480 ha traités et 80 ha non traités. Dans les surfaces traitées et contrôlées on a trouvé 18 oiseaux morts par intoxication par les insecticides et 132 autres dont la cause de la mort est douteuse. La mortalité totale des oiseaux-gibier a été évaluée à 23,4 p. 100 dans les surfaces traitées et seulement à 10,1 p. 100 dans les surfaces témoins.

J. G.

SKELLAM (J. G.). — **Random dispersal in theoretical populations.** (La dispersion au hasard dans l'étude théorique des populations). *Biometrika*, 38, nº 1-2, 196-218, 1951.

Partant de l'hypothèse que la dispersion des populations se fait au hasard, l'auteur établit différentes équations. Il constate l'accord satisfaisant de ses formules avec quelques cas de dispersions animales et végétales et aborde l'étude de différents points particuliers : rapport de la dispersion et de la capacité de reproduction avec la densité de population.

J. G.

TANAKA (R.). — **Estimation of vole and mouse population on Mt Ishizuschi and on the uplands of Southern Shikoku.** (Estimation des populations de Campagnols et Mulots dans les monts Ishizuschi et sur les hautes terres du Shikoku méridional). *Journal of Mammalogy*, 32, nº 4, 450-458, 1951.

A la suite de ce travail qui a porté d'une part sur une population de *Clethrionomys smithi*

et d'autre part sur une population d'*Apodemus geisha* et *A. Speciosus*, l'auteur propose pour l'estimation des populations de petits Rongueurs la formule : $Y = \left(\frac{x}{P}\right)^{\beta}$, en remplacement de la formule proposée par HAYNE : $Y = \frac{x}{P}$.

Dans ces formules P est le chiffre cherché de la pupulation, x le nombre total d'animaux marqués et relâchés depuis le début de l'expérience, y le nombre de ces animaux repris à un moment donné ; $\beta = 0{,}61$ dans les expériences rapportées.

J. G.

THOMPSON (H. V.). — **Rabbits and other rodents.** (Les Lapins et autres Rongueurs). *The Annals of applied biology*, 38, n° 3, 725-727, 1951.

L'auteur résume très nettement la question du Lapin, à la lueur notamment des résultats récents d'expériences précises faites en Angleterre. Le Lapin est un très mauvais utilisateur des plantes pour la production de viande ; il provoque dans les prairies qu'il pâture une baisse marquée de la production herbagère et cause des ravages dans les cultures et dans les plantestions fruitières. La lutte contre ce Rongueur est possible par l'emploi rationnel et combiné des moyens de protection et de destruction.

J. G.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE.

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher). France. — 28-11-1952.

Dépôt légal : 4e trimestre 1952 *N° d'impression : 791*

ESSAIS DE TRAITEMENT DE LA CARIE DU BLÉ *TILLETIA TRITICI* BJÉRK (WINT.) EN SOL INFESTÉ

PAR

J. PONCHET, M. GUNTZ, F. CHARMET

Station centrale de Pathologie végétale et Laboratoire de Phytopharmacie.
Centre national de Recherches agronomiques, Versailles

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Introduction.
II. — Technique et disposition des essais.
III. — Résultats des essais.
IV. — Traitements du sol réalisés à Versailles.
V. — Conclusion.

I. — INTRODUCTION

Le récent développement du moissonnage-battage a modifié le problème de la carie du Blé en introduisant un élément nouveau de contamination.

Ce procédé dissémine en effet les spores issues des épis cariés. Celles-ci, lorsqu'elles sont isolées, ne semblent pas douées, en sol normalement humide, d'une viabilité excédant une ou deux années et ne constituent par conséquent un danger sérieux que pour les parcelles voisines.

Par contre, les spores enfermées dans les enveloppes des grains cariés sont susceptibles de se conserver plus longtemps et de contaminer un semis ultérieur.

Les essais qui font l'objet du présent exposé ont été exécutés à Sivry-Courtry (Seine-et-Marne) dans un champ naturellement infesté par un moissonnage-battage effectué l'été précédent.

II. — TECHNIQUE ET DISPOSITION DES ESSAIS

De façon à rendre plus homogène la contamination de la parcelle réservée à l'expérience, une quantité supplémentaire de spores de carie mêlées à du talc a été incorporée au sol. Dans tous les cas la semence utilisée avait subi une désinfection au formol du commerce à 0,30 p. 100 suivie d'un lavage prolongé.

Deux modes de traitement ont été mis à l'épreuve en vue d'éliminer l'action du parasite sur le blé.

a) **Traitement des rayons.** — Le seul produit utilisé, l'hexachlorobenzène, en raison de sa spécificité anticarie et de son inocuité vis-à-vis des plantes a été réparti dans les rayons au moment du semis à des doses de 5 et 10 kg de produit pur à l'hectare.

b) **Traitement des semences.** — Différents désinfectants de semence ont été employés en poudrage. Parmi ceux-ci l'hexachlorobenzène à 44 p. 100 a fait l'objet d'une étude plus précise.

Les grains traités aux doses de 50, 200 et 400 g par quintal avec cette poudre à 44 p. 100 ont été semés dans des parcelles non traitées ou ayant subi un traitement de rayon, de façon à étudier l'efficacité de telles combinaisons. Les autres produits mis à l'essai, fongicides d'usage courant soit cupriques, soit organomercuriques ont été utilisés à la dose de 200 g par quintal sur des grains semés en sol non traité.

Ils étaient les suivants :

Chlorure cuivrique à 15 p. 100 de cuivre
Oxyde cuivreux à 15 p. 100 de cuivre
Sel de cuivre de la 8-hydroxyquinoléine à 18,5 p. 100 de cuivre
Phosphate d'éthylmercure à 3,8 p. 100 de mercure
Chlorure d'éthylmercure thiourée à 2,5 p. 100 de produit pur
Silicate de méthoxyéthylmercure à 1,5 p. 100 de mercure
Hexachlorobenzène à 10 p. 100 de produit pur.

Ce dernier produit correspond à la formule commerciale à base d'hexachlorobenzène. Il a été utilisé à titre de comparaison avec les autres formules d'usage courant.

Les essais ont été disposés suivant la méthode des blocs. Le nombre de traitements étant au total de 19, nous avons jugé bon de diviser l'ensemble en trois essais juxtaposés de quatre blocs chacun pour permettre une analyse statistique plus précise des résultats.

Le premier de ces trois essais élémentaires, dont les résultats sont présentés dans le tableau I, groupe les traitements de rayon avec ou sans désinfection de semence. Les deux autres (tableaux II et III) permettent de comparer entre eux les différents traitements de semence.

Dans chaque bloc on se réfère à une parcelle témoin.

TABLEAU I

Traitements de rayons

Traitements	I	II	III	IV
R. 5	3,40	2,70	25,80	0,80
R. 5 — S. 50	0	1,30	0,37	0,30
R. 5 — S. 200	0	0	0	0
R. 10	26,30	27,00	2,40	1,35
R. 10 — S. 50	0,47	0	0,15	0,15
R. 10 — S. 200	0	0	0,17	0
Témoin	61,00	27,00	5,14	11,40

TABLEAU II

Traitements de semences

Traitements	I	II	III	IV
S. 50	6,28	1,10	7,15	2,25
S. 200	0,53	0,52	0,92	0,71
S. 400	0,17	1,48	1,05	0
Témoin	64,30	42,40	30,80	26,30
Hexachlorobenzène (formule commerciale)	4,90	4,17	1,90	1,10
Silicate de méthoxyéthylmercure	45,30	23,80	16,60	25,00

TABLEAU III

Traitements de semences

Traitements	I	II	III	IV
Oxyde cuivreux	49,20	47,20	28,10	20,00
Chlorure d'éthylmercure thiourée	31,00	25,00	16,60	18,10
Sel de cuivre de la 8-hydroxyquinoléine	48,50	17,00	11,70	10,90
Témoin	56,80	34,00	9,65	38,90
Chlorure cuivrique	57,00	50,80	23,15	24,00
Phosphate d'éthylmercure	23,00	7,00	6,70	17,20

Nota :

R. 5 = traitement de rayons à 5 kg par hectare
R. 10 = » » à 10 kg »
S. 50 = poudrage des semences à 50 g par quintal
S. 200 = » » à 200 g »
S. 400 = » » à 400 g »

Tous ces traitements ont été effectués au moyen d'hexachlorobenzène.

Les semis ont été effectués les 14 et 15 novembre 1950 avec la variété *Bon Fermier*. Les épis des différentes parcelles ont été récoltés en vue de leur

numération ; l'intensité de la maladie a été caractérisée par le pourcentage d'épis cariés obtenu en faisant le rapport du nombre des épis malades au nombre total d'épis.

III. — RÉSULTATS DES ESSAIS

Les tableaux I, II et III rendent compte des résultats obtenus dans les trois essais.

L'analyse de la variance permettant l'interprétation statistique des résultats ne peut être faite qu'à la suite d'une transformation rendant la variance indépendante de la moyenne ; la transformation classique consiste à convertir les pourcentages en angles par la relation :

$$\text{Angle} = \text{arc sin } \sqrt{\text{pourcentage}}.$$

La recherche de la signification des résultats est donc effectuée sur des angles et non sur des valeurs exprimées en pourcentages.

Le tableau IV groupe les analyses de variance pour les trois séries d'essais. Ce tableau met en évidence pour chaque essai les différences hautement significatives entre les traitements.

TABLEAU IV

Analyse de variance

Facteurs de variation	Somme des carrés des écarts	Degrés de liberté	Variance	F observé	F calculé	
					P = 0,05	P = 0,01
Essai I						
Total	4 846,0	27				
Bloc	333,0	3	111,0	1,31	3,16	5,09
Traitement	2 989,3	6	498,2	5,88	2,66	4,01
Erreur	1 522,9	18	84,6			
Essai II						
Total	5 159,00	23				
Bloc	218,50	3	72,80	2,81	3,29	5,42
Traitement	4 551,90	5	910,40	35,1	2,90	4,56
Erreur	388,60	15	25,90			
Essai III						
Total	2 587,6	23				
Bloc	1 145,6	3	381,8	10,8	3,29	5,42
Traitement	915,2	5	183,0	5,2	2,90	4,56
Erreur	526,8	15	35,1			

Valeur de la p. p. d. s.

Essai I		Essai II		Essai III	
P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01	P = 0,05	P = 0,01
13,60	18,70	7,65	10,58	8,90	12,32

L'évaluation de la plus petite différence significative entre les moyennes permet de classer les traitements par ordre d'efficacité (tableau V).

TABLEAU V

Efficacité des divers traitements

Traitements	Moyenne arithm.	Moyenne des angles	Moyenne ajustée	Différences entre produits	Différences par rapport au témoin
Essai I					
R. 5 — S. 200	0	0	0	N. S.	H. S.
R. 10 — S. 200	0,04	0,59	0,01	N. S.	H. S.
R. 10 — S. 50	0,19	2,10	0,13	N. S.	H. S.
R. 5 — S. 50	0,49	3,29	0,33	N. S.	H. S.
R. 5	8,17	12,90	5,00	N. S.	S.
R. 10	14,26	19,40	11,00	N. S.	N. S.
Témoin	26,13	28,85	23,30		
Essai II					
S. 400	0,67	3,75	0,43	N. S.	H. S.
S. 200	0,67	4,55	0,63	N. S.	H. S.
Hexachlorobenzène (formule commerciale)	2,79	9,60	2,80	N. S.	H. S.
S. 50	4,19	11,10	3,70	H. S.	H. S.
Silicate de méthoxyéthylmercure	27,60	31,30	27,00	H. S.	H. S.
Témoin	41,00	39,60	40,60		
Essai III					
Phosphate d'éthylmercure	13,45	20,80	12,60	N. S.	H. S.
Quinoléine cuprique	22,00	26,90	20,50	N. S.	H. S.
Chlorure d'éthylmercure thiourée	22,60	28,25	22,30	S.	S.
Témoin	34,83	35,40	33,60	N. S.	
Oxyde cuivreux	36,10	36,60	35,60	N. S.	N. S.
Chlorure cuivrique	38,73	38,10	38,00		N. S.

Premier essai. — La lecture du tableau V révèle que les traitements de rayon sont insuffisants par eux-mêmes lorsqu'ils ne sont pas accompagnés de traitements de semences et de plus, ont une action particulièrement hétérogène ainsi qu'on peut le constater en comparant les résultats des différents blocs (tableau I).

Dans tous les cas où les semences ont été poudrées à l'hexachlorobenzène, l'action du traitement est hautement significative.

Deuxième essai. — Tous les produits utilisés ont eu, par rapport au témoin, une efficacité hautement significative, mais le silicate de méthoxyéthylmercure est pratiquement inutilisable dans le cas des infestations de sol puisqu'il laisse subsister 27 p. 100 d'épis malades.

Par ailleurs, on sait que les normes d'homologation des produits anticarie fixent à 1 p. 100 le taux de carie au-dessus duquel un produit peut être considéré comme pratiquement inefficace. En conséquence, dans le cas d'une infestation de sol importante, l'hexachlorobenzène ne peut être utilisé en traitement de semence qu'à la condition d'augmenter la teneur en produit pur de la formule

commerciale ou d'utiliser un produit plus concentré à une dose d'emploi suffisante, de l'ordre de 200 g par quintal pour une poudre renfermant 44 p. 100 de produit pur.

Troisième essai. — Les différents fongicides à base de cuivre ou de mercure employés se sont montrés inefficaces à l'exception du phosphate d'éthylmercure qui a cependant une action très insuffisante. Il importe donc de noter que les produits de cette catégorie d'usage courant pour la désinfection des semences ne peuvent être d'aucun intérêt pratique si les spores du parasite sont réparties dans le sol, comme l'avait fait remarquer M. LANSADE.

IV. — TRAITEMENTS DU SOL REALISES A VERSAILLES

Le traitement du sol, au lieu d'être limité aux rayons, peut être appliqué de façon homogène sur toute la surface, des quantités de poudre correspondant à des doses de 10 et 20 kg d'hexachlorobenzène pur par hectare étant épandues, puis mélangées au sol sur une profondeur d'environ 5 cm.

Pour faciliter la répartition du produit, celui-ci était additionné de talc dans la proportion de 1 à 10.

Cet essai, réalisé à Versailles, a conduit aux résultats groupés dans le tableau VI.

TABLEAU VI

Efficacité des traitements de sol.

(Les chiffres représentent les pourcentages d'épis cariés.)

Traitements	I	II	III	Moyennes
Témoin	45	27,8	35,5	36,1
Hexachlorobenzène (formule commerciale)	2,2	1,1	0	1,1
10 kg d'hexachlorobenzène pur à l'hectare	0,8	0,2	0,2	0,4
20 kg d'hexachlorobenzène pur à l'hectare	0,2	0,1	0,7	0,3

Le traitement du sol a donc une efficacité certaine, mais est dénué de tout intérêt pratique, puisque le même résultat peut être atteint par un simple traitement de semences.

CONCLUSION

Afin de mettre au point une méthode de lutte contre les contaminations de sol par la Carie du Blé, divers traitements, soit du sol, soit de la semence, ont été entrepris en plein champ.

Il ressort des résultats obtenus deux faits essentiels :

1° Les traitements du sol par l'hexachlorobenzène, à condition d'être exécutés de façon homogène, donnent des résultats satisfaisants, la dose de 10 kg par hectare de produit pur étant suffisante. Dans le même ordre d'idées, les traitements de rayons ont une action hétérogène et insuffisante.

2° Il est possible d'éviter la contamination du Blé par les spores contenues dans le sol grâce à un simple traitement de la semence par un produit aussi spécifique que l'hexachlorobenzène. Lorsque le sol est fortement infesté, on est amené à augmenter la concentration des formules commerciales renfermant ce produit. Dans le cas des infestations naturelles du sol, si l'on admet que la masse d'inoculum contenue dans le sol n'est pas très importante, une dose de 200 g d'hexachlorobenzène à 44 p. 100 par quintal semble constituer une limite supérieure de sécurité.

L'hexachlorobenzène seul donne des résultats satisfaisants en sol infesté, les désinfections de semences effectuées avec une gamme variée d'autres fongicides se sont montrées rigoureusement inefficaces.

Reçu pour publication le 31 mars 1952.

BIBLIOGRAPHIE

LANSADE (M.). — Sur l'efficacité et l'emploi des polychlorobenzènes dans le traitement de la carie du Blé. *Parasitica*, V, 1, p. 1-4, 1949.

LANSADE (M.), PONCHET (J.), GUNTZ (M.). — Nouveaux essais de traitement de la carie du Blé. *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. *Annales des Epiphylies*, 3-4, p. 417-449, 1951.

ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS ANTAGONISTES ET DE QUELQUES PRODUITS DU MÉTABOLISME D'UNE SOUCHE D'*ALTERNARIA SOLANI* (E. ET M.) JONES ET GROUT

PAR

H. DARPOUX, A. FAIVRE-AMIOT, M. RIDÉ, L. ROUX

(Station Centrale de Pathologie Végétale de Versailles).
Avec la collaboration technique de E. HALMOS et R. LEBLANC.

PLAN DU MÊMOIRE

I. — **Introduction.**
II. — **Description de la souche d'*Alternaria Solani*. Ses caractères culturaux.**
III. — **Etude de l'action antagoniste de la souche d'*Alternaria Solani*.**
IV. — **Etude d'actions réciproques et de la sensibilité de l'*Alternaria Solani* vis-à-vis d'autres organismes.**
V. — **Etude de l'activité du jus brut de culture de l'*Alternaria Solani*.**
VI. — **Essais d'extraction et de purification de substances secrétées par l'*Alternaria Solani*.**
VII. — **Etude des conditions de formation de l'Alternarine.**
VIII. — **Spectre d'activité de l'Alternarine.**
IX. — **Toxicité de l'Alternarine sur les animaux et sur les plantes.**
X. — **Conclusions.**
Bibliographie.

I. — INTRODUCTION

Les produits du métabolisme de souches d'*Alternaria Solani* (E. et M.) JONES et GROUT ont été peu étudiés. Cependant, BRIAN et ses collaborateurs (3) ont isolé d'une souche n° 408, de cette espèce, une substance qu'ils ont appelée acide alternarique. Cette substance exerce une activité antifongique assez spécifique sur la germination des spores d'*Absidia glauca*, de *Myrothecium*

verrucaria, de *Stachybotrys atra*, à la concentration de 0,1-1,0 µg/ml, mais n'a pas montré de pouvoir antibactérien appréciable. Par ailleurs, WHIPPLE et THOMAS ont suggéré que l'*Alternaria Solani* produisait une toxine diffusible dans les tissus de Tomate, entraînant le flétrissement de la plante. BRIAN et ses collaborateurs en faisant absorber par les racines une solution d'acide alternarique, ont obtenu des symptômes analogues pour diverses plantes. Plus récemment POUND et STAHMANN (14) ont confirmé la phytotoxicité de l'acide aternarique à des concentrations de 1 à 50 millionièmes.

Au cours d'essais préliminaires, nous avions mis en évidence une action antagoniste d'une souche n° CD 32 d'*Alternaria Solani* et une activité antibactérienne et antifongique de son jus de culture (5), différente de celles de la souche de BRIAN et de l'acide alternarique. Ces observations nous ont conduits à une étude plus approfondie dont les résultats sont donnés dans ce mémoire.

II. — DESCRIPTION DE LA SOUCHE D'ALTERNARIA SOLANI. SES CARACTÈRES CULTURAUX

La souche étudiée est celle habituellement utilisée dans les laboratoires pour les essais de fongicides en serre sur feuillage de Tomate par la méthode de Mc CALLAN. Il s'agit vraisemblablement de la souche du Maine n° 52, fournie à l'origine par le Dr REINER BONDE.

D'après NEERGAARD, le champignon *Alternaria Solani* (E. et M.) JONES et GROUT est une variété d'*Alternaria Porri* ; son nom correct serait *Alternaria Porri* (ELL.) SAW, f. sp. *Solani* (ELL. et MART.). Il serait synonyme de *Macrosporium Solani* ELLIS et MARTIN (JONES et GROUT), *Macrosporium Cookei* SACC. (RANDS), *Alternaria Solani* (E. et M.) SORAUER, *Sporidesmium Solani-varians* VANHA (BOLLE).

1° Caractères microscopiques de la souche CD 32.

Sur milieu gélose pomme de terre additionné de saccharose, le mycélium vu au microscope est hyalin lorsqu'il est jeune et de couleur chamois à brun olivâtre par la suite. Il a généralement de 2 à 10 µ de large. Il est ramifié, présente de nombreuses cloisons et ses cellules renferment parfois de nombreuses gouttelettes lipidiques.

Les conidies naissent généralement isolément, rarement en chaînes, à l'extrémité de ramifications aériennes du mycélium. Elles sont formées d'un corps ovale allongé, ou cylindrique, souvent renflé en massue à la base, lisse, de couleur chamois à brun olivâtre, à cloisons transversales et parfois longitudinales, contracté au niveau des cloisons, généralement prolongé par un bec filiforme, subhyalin, simple ou parfois bifide ou trifide. Le corps de la spore mesure en général 55 à 150 µ de long et 15 à 32 µ de large. Le bec a une longueur

variable, souvent comprise entre 50 et 180 μ. Le nombre des cloisons transversales est en général de 6 à 13 pour le corps de la spore et variable pour le bec ; quelques spores ont une ou plusieurs cloisons longitudinales.

2° Caractères macroscopiques.

Les caractères culturaux ont été examinés tant sur milieu solide gélosé que sur milieu liquide.

Sur gélose malt (extrait de malt 25 g/l) le mycélium aérien est hyalin, lâche et très peu abondant. Il est gris olive foncé et rayonnant à la surface du substrat. Aucune pigmentation n'apparaît dans la gélose, même après 10 jours d'incubation.

Sur gélose pomme de terre (P. de t. 200 g/l, glucose 15 g), le mycélium aérien hyalin ou gris, présente quelques plages chamois. Cotonneux et d'une épaisseur de 2 à 4 mm, sa coloration est gris olive foncé au niveau du substrat ; il s'affaisse à mesure que la culture vieillit. Une pigmentation rouge grenat apparaît dès le 3e jour et s'étend rapidement à toute la gélose.

Sur gélose blé (farine de blé 50 g/l) le mycélium a sensiblement le même aspect que sur gélose pomme de terre.

Sur gélose maïs (farine de maïs 40 g/l) le mycélium aérien est hyalin à gris foncé ; épais de 1 à 4 mm, il est brun olive au contact de la gélose qui prend une coloration orangée.

En culture de surface liquide, le mycélium forme sur la plupart des milieux naturels, une pellicule brun olive, coriace, de 1 à 2 mm. Celle-ci se recouvre d'un feutrage mycélien hyalin ou gris, présentant souvent de nombreuses plages de couleur chamois. Suivant le milieu, la coloration du liquide varie au fur et à mesure de la croissance du mycélium. Les facteurs qui interviennent dans la production de pigments sont étudiés dans le paragraphe suivant.

3° Pigmentation du milieu de culture

Angel (1) a signalé la production d'un pigment rouge par *Macrosporium Porri* Ellis. Neergaard (13) a fait la même observation pour plusieurs souches d'*Alternaria Porri* (Ell.) Saw., d'*Alternaria Porri* (Ell.) Saw. f. *Dauci* (Kuhn) et d'*Alternaria Porri* (Ell.) Saw. f. *Solani* (Ell. et Mart.).

La croissance de la souche CD 32 sur différents milieux s'accompagne de la production intense de pigments diffusant dans le substrat.

Cette production est sous la dépendance d'un certain nombre de facteurs : concentration et nature des aliments ternaires, âge de la culture, température, évolution du pH au cours du développement.

a) Influence de la concentration en sucres

Sur milieu de base contenant 200 g de pomme de terre par litre, nous avons fait varier la concentration en saccharose de 0 à 150 g/l. (Le bouillon de base apportant lui-même de 1 à 4 g de sucres réducteurs par litre suivant la variété de pomme de terre et la saison.)

Les variations de pigmentation suivantes ont été enregistrées au bout de trois semaines de culture.

TABLEAU I

Variation de la pigmentation du milieu (1) *et de la couleur du mycélium en fonction de la concentration en saccharose.*

Saccharosse en g/1	Pigmentation du substrat	Couleur du mycélium
0	0	Gris violacé
5	Rouge vineux clair	Gris
10	Rouge vineux	Gris foncé
20	Rouge vineux foncé	Gris olive
30	Rouge vineux	Gris olive et chamois
50	Rouge orangé	Gris olive et chamois
70	Orangé clair	Gris olive foncé
90	» »	» » »
110	» »	» » »
130	» »	» » »
150	» »	» » »

(1) Milieu de base contenant 200 g de pomme de terre par litre.

Une concentration minimum en saccharose semble donc nécessaire à l'apparition d'une pigmentation dans le milieu. Au contraire à partir d'une concentration de 30 g/l, la pigmentation diminue. C'est qu'à partir d'un telle concentration, l'accumulation d'acides organiques dans le milieu, augmentant avec la quantité de sucres, abaisse le pH du substrat. Or nous verrons qu'une orientation vers les pH acides fait virer la pigmentation du rouge au jaune ambré.

b) Influence de la nature du milieu et du pH

Nature du sucre :

Sur milieu de base pomme de terre, nous avons testé différents sucres : saccharose, glucose, mannose, maltose, mannite, galactose, lactose. La pigmentation est apparue dans les mêmes conditions, sauf pour le lactose où aucune pigmentation n'a pu être décelée (malgré l'élévation de pH).

Milieux naturels :

Tant sur gélose inclinée, qu'en culture de surface liquide, une pigmentation apparaît, toujours en relation avec les variations de pH : pour un milieu restant au-dessous de pH 7 au cours du développement, comme le milieu ZM (maïs germé 100 g/l), la coloration est orangée.

Pour le milieu BT (betterave 350 à 500 g/l) une pigmentation rouge apparaît très rapidement dans le milieu, même au pH acide ou neutre. Cette pigmentation semble d'ailleurs avoir une origine différente.

Milieux synthétiques :

Sur différents CZAPEK' la pigmentation apparaît également, mais beaucoup plus lentement. La croissance est d'ailleurs moins rapide.

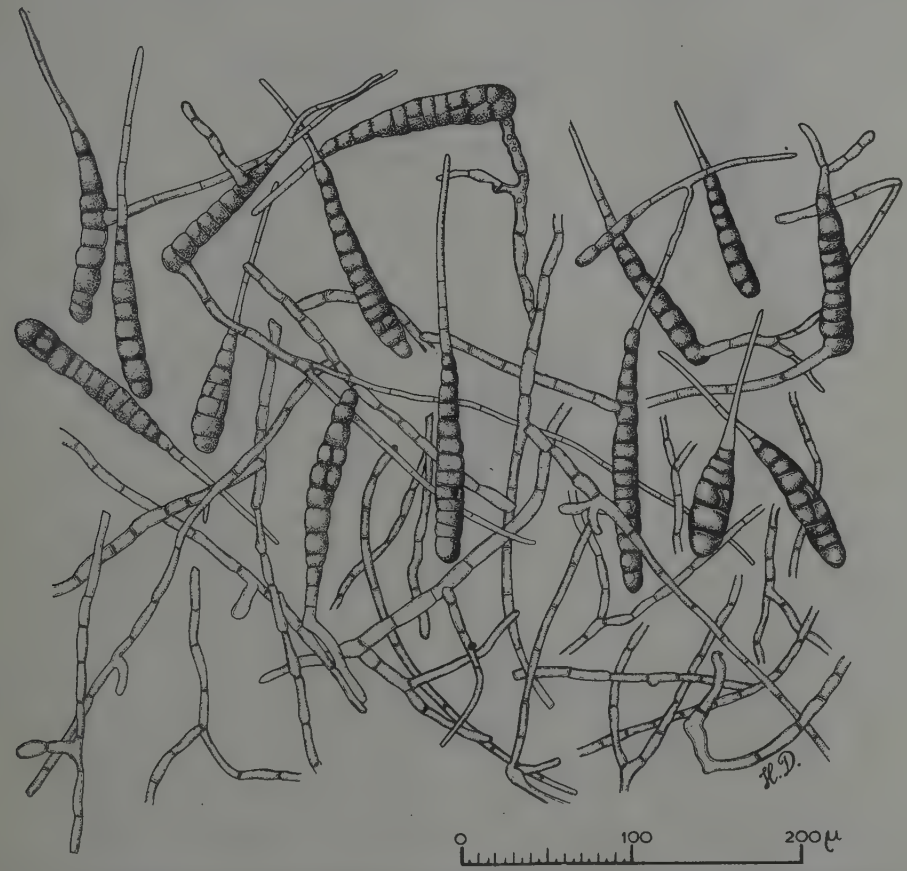


FIG. 1. — Mycélium aérien et conidies d'*Alternaria Solani* dans une culture âgée sur milieu gélose-pomme de terre.

Si dans un CZAPEK' contenant 50 g de saccharose par litre, on remplace la source azotée minérale (NO^3Na) par une source azotée organique (peptone), la pigmentation n'apparaît que pour les fortes concentrations en peptone. Cette pigmentation est probablement due à l'élévation de pH en relation avec la libération de bases organiques pour les quantités de peptone élevées.

c) Influence de l'âge de la culture

La pigmentation est corrélative du développement de la culture. Pour le milieu STS 50 (pomme de terre 200 g, saccharose 50 g/l) la couleur jaune ambrée apparaît vers le 6e jour puis passe par les stades orangé (10e jour), orangé rouge (15e jour), rouge (18e jour) : à ce stade la courbe de croissance a atteint son maximum. A partir de ce moment la coloration se maintient. Elle s'éclaircit parfois dans les cultures âgées.

Dans ces cultures, un pigment jaune insoluble dans l'eau et une substance verdâtre se déposent souvent dans le fond des boîtes de Roux.

d) Influence de la température

Un certain nombre de boîtes de Roux contenant du milieu STS 50 ont été mises en incubation à différentes températures. Les observations sont consignées dans le tableau II.

TABLEAU II

Température	Aspect du mycélium	Pigmentation
17°	Gris olive et chamois	Rouge brun foncé
19°	Gris olive et chamois	Rouge brun foncé
24°	Gris olive et chamois	Rouge brun
25°	Gris olive	Rouge brun
28°	Gris	0

La pigmentation du milieu se produit donc aux températures inférieures ou égales à l'optimum de croissance, aucune pigmentation n'étant apparue au-dessus de 27-28°.

e) Influence de l'oxygène

L'oxygène de l'air a une action nette sur la transformation du pigment. Si l'on expose à l'air une couche mince de jus de culture d'*Alternaria* arrivé à son optimum, la pigmentation passe de l'orangé brun au rouge grenat, en 24 heures environ.

Ce phénomène d'oxydation peut être accéléré en faisant passer un courant d'oxygène dans le milieu. Au bout de 1 à 2 heures la transformation est complète : le pH qui était à l'origine 7,3 passe à 8,7-8,8 et se stabilise à ce niveau. Le pH est encore de 8,7 après 24 heures.

L'addition d'eau de chaux au milieu arrivé à son optimum lui procure une coloration rouge violacée.

Il en est de même avec la soude ; mais un excès de soude précipite un pigment vert, la coloration rouge disparaissant.

4° Formation de cristaux.

En 1945, NEERGARD signalait que plusieurs souches d'*Alternaria Porri* (*Alt. Porri* f. sp. *Dauci*, *Alt. Porri* f. sp. *Solani*) étaient capables de produire des cristaux en milieu gélosé. La souche d'*Alternaria Solani* CD 32 ne semble pas douée de cette propriété sur milieu solide: quels que soient l'âge de la culture et la composition du substrat (malt, pomme de terre, carotte, maïs) nous n'avons pu mettre en évidence la formation de cristaux.

FIG. 2. — Conidies obtenues sur papier filtre humidifié (gr. 350).
(Photo Halmos)

Par contre sur certains milieux liquides, en général peu ou pas pigmentés (milieu à base de lactose p. ex.) on voit apparaître au bout d'un mois environ à la face inférieure du mycélium des formations blanchâtres asteroïdes, finement rayonnantes. Les branches de l'étoile peuvent atteindre 2 à 6 mm de longueur et se ramifier plus ou moins. Chaque ramification est constituée d'un agglomérat de très fines aiguilles cristallines parfois enchevêtrées avec le mycélium.

5° Sporulation de la souche CD 32 (1).

La souche d'*Alternaria* CD 32 sporule très difficilement, quel que soit l'âge de la culture.

Ce fait avait été déjà signalé dès 1917 par RANDS qui indique une méthode d'obtention de conidies en chambre humide. DILLON WESTON signale, en 1936, l'action favorable de la lumière solaire sur la sporulation et RAMSEY et BAILEY l'action des radiations ultra-violettes sur la formation *in vivo* des conidies.

Divers essais de sporulation ont été tentés :

(1) Cette étude a été réalisée en collaboration avec H. SIMON, stagiaire à la Station de Pathologie végétale.

FIG. 3. — Cristaux sous le mycélium d'une culture de 6 semaines d'*Alternaria Solani* sur bouillon pomme de terre-saccharose (50 g/l). (gr. 10).

(Photo Halmos)

a) **Cultures en chambre humide sur morceaux de pomme de terre stériles**

Cette expérience a été réalisée à la fois en boîtes de Pétri et en tubes de Roux. Les boîtes de Pétri et les tubes ont été maintenus soit à l'étuve à 24°, soit à la température du laboratoire. Dans aucun cas, même après deux mois d'incubation, il n'a été obtenu de spores.

b) **Irradiation aux ultra-violets**

Pour obtenir des spores, KUNZEL, en 1918, coupe le mycélium de la culture en surface ou le blesse en le grattant. MAC CALLAN et SHUZ YEE CHAN, en 1943, combinent l'action traumatisante et l'irradiation aux U. V. ; ils obtiennent ainsi un grand nombre de conidies, ce nombre étant sous la dépendance de différents facteurs : intensité de la lampe, nature de la radiation, temps et distance d'exposition.

Ne disposant pas de lampes à radiations sélectives, nous avons utilisé une lampe à spectre étendu du type « Actinix ».

Le mycélium a été ensemencé en boîte de Pétri, sur milieu gélosé dextrose pomme de terre de MAC CALLAN. Après une incubation de 15 jours à 24°, le mycélium a été découpé en surface à l'aide d'un scalpel.

Les cultures étaient alors exposées aux rayons U. V. pendant 20 secondes à une distance de 10 cm. Des boîtes striées, mais non exposées, étaient gardées comme témoins.

Au bout de 10 jours, des conidies assez nombreuses se sont formées le long des stries faites sur le mycélium, dans les boîtes exposées aux U. V. Les conidies étaient par contre plus rares dans les boîtes témoins, mais dans les deux cas le traumatisme dû à la scarification du mycélium a permis la formation de spores.

c) **Culture sur papier filtre humidifié**

En boîte de Pétri, sur papier filtre humidifié, à la température et à l'éclairage du laboratoire, de nombreuses spores se forment au bout d'un mois. Le papier filtre se recouvre d'un feutrage noir et légèrement pulvérulent.

Les spores ensemencées sur bouillon nutritif à base de pomme de terre et saccharose ont donné une culture douée des mêmes propriétés antibiotiques que celles obtenues à partir de mycélium.

Cependant tous les essais entrepris pour déterminer les conditions optimums de production de la substance antibiotique seront faits sur bouillon nutritif ensemencé à l'aide d'un fragment de mycélium d'environ 10 jours prélevé sur le milieu d'entretien suivant :

Pomme de terre	200 g
Saccharose	15 g
Gélose	20 g
Eau du robinet	1 000 cc

Le temps d'obtention des spores est beaucoup trop long et les quantités de conidies trop faibles pour une application des méthodes ci-dessus à grande échelle.

6° Influence de divers facteurs sur la croissance du champignon.

a) Influence de la température

Des fragments de mycélium de 3 mm sont découpés à l'emporte-pièce à la périphérie d'une culture sur gélose pomme de terre en boîte de Pétri. Tous ces fragments ont la même vigueur et le même âge. Chacun est déposé sur milieu gélosé pomme de terre au centre d'une boîte de Pétri de 90 mm de diamètre. Celles-ci sont mises en incubation à des températures allant de 10° à 34°. Le diamètre de la zone de croissance est mesuré tous les jours pendant 10 jours ; 3 répétitions sont faites pour chaque température.

Les diamètres journaliers moyens sont consignés dans le tableau III.

Tableau III

Température moyenne de l'étuve ± 0°,5	Diamètres moyens en mm aux différents jours						
	1	3	4	6	7	8	9
10°	3	4	8	15	20	24	29,5
15°,5	—	7,5	16	26,5	36	44	52
17°	—	10	20	33,5	43,5	51	59,5
19°	—	13	24	40	50	60	70
22°	—	16,5	28,5	47	61	73	79
24°,5	—	19	32	54	67	82	90
25°,5	—	22	34	58,5	72	87	90
27°	—	18	32	57	70	83,5	90
31°,5	—	3	3,5	3,5	4	4	4
34°	—	3	3	3	3	3	3

On voit que l'optimum de croissance du champignon se situe aux alentours 25°5.

Les courbes de la figure 4 donnent une idée de la croissance du champignon en fonction de la température aux 6e, 7e et 8e jour de développement.

b) Influence de la lumière

Des boîtes de Pétri sont mises en incubation à la même température, soit à l'obscurité, soit à l'éclairement du laboratoire. Aucune différence notable n'a été observée au bout de 8 jours de développement.

c) Influence de l'aération

En milieu liquide, le mycélium se développe parfaitement bien en surface. Par contre, sa croissance est extrêmement lente en profondeur.

Si l'on aère le milieu en agitant la culture continuellement pendant une huitaine de jours, dès les deux premiers jours de nombreux flocons jaunâtres de

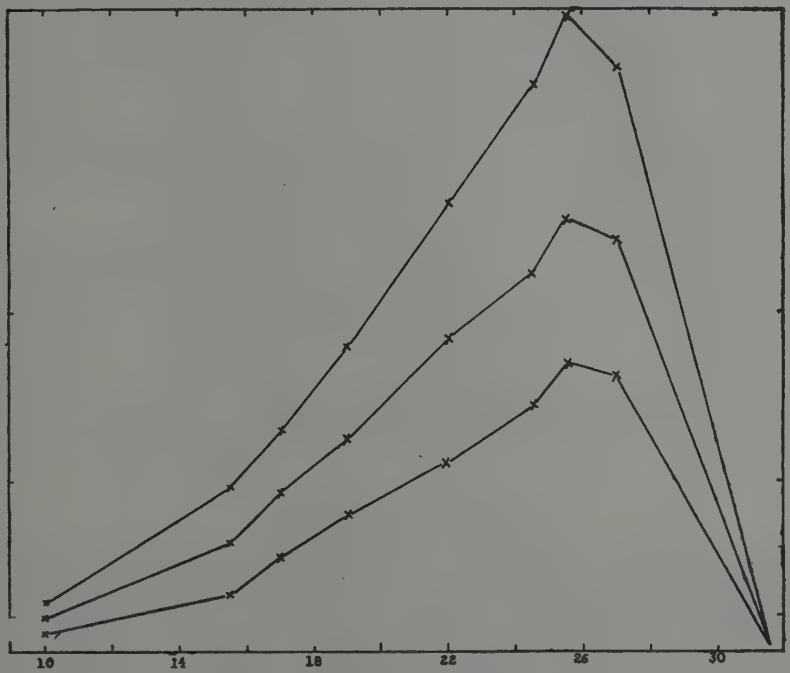


FIG. 4. — Croissance de l'*Alternaria Solani* en fonction de la température aux 6e, 7e et 8e jour de développement.

En ordonnée : Surface de la zone de croissance
En abscisse : Température

mycélium se développent en profondeur. En milieu STS 50, ces flocons brunissent d'ailleurs rapidement et bientôt toute la masse de culture noircit.

d) Influence du pH du milieu

Le mycélium ne se développe pas à un pH inférieur à 3,9 ou supérieur à 9,5.

III. — ÉTUDE DE L'ACTION ANTAGONISTE DE LA SOUCHE D'ALTERNARIA SOLANI.

TECHNIQUES

a) Sur les bactéries

Méthode sur milieu solide. — On prépare une suspension bactérienne dans un tube à essais contenant 10 ml d'eau distillée stérile ; cette suspension est mélangée à 10 ml d'une gélose nutritive en surfusion à 48-50°, puis on coule dans une boîte de Pétri stérile.

Lorsque la gélose est solidifiée, on introduit au centre de la boîte de Pétri un cylindre de gélose, portant le mycélium du champignon, prélevé à l'aide d'un emporte-pièce dans une culture d'*Alternaria Solani* faite en boîte de Pétri et âgée de 10 à 30 jours.

Les bactéries incorporées à la gélose se développent rapidement et 24 à 48 heures plus tard, elles forment un voile à la surface du milieu, sauf lorsque le résultat est positif dans une zone plus ou moins étendue autour des colonies de l'antagoniste. La zone peut s'accroître les jours suivants s'il y a un phénomène de lyse.

Pour mieux mettre en évidence l'action bactériolytique, on introduit un fragment de gélose supportant l'antagoniste lorsque le voile bactérien est bien développé.

b) Sur les champignons

Méthode des 4 points en croix, sur milieu solide. — Au milieu d'une boîte de Pétri, l'*Alternaria* est ensemencé aux extrémités d'une diagonale (de 2,5 cm) d'un losange et le champignon test aux extrémités de l'autre diagonale (de 3,5 cm).

Le champignon a sa croissance inhibée en direction de l'antagoniste et dans toute la zone où la substance active a diffusé, ce qui entraîne une asymétrie très nette de la culture.

RESULTATS

a) Action inhibitrice sur des bactéries

Système de notation

+ + + +	Différence entre le diamètre extérieur de la zone d'inhibition et celui de la rondelle de gélose supérieur à 18 mm.
+ + +	Différence comprise entre 12 et 18 mm.
+ +	» comprise entre 6 et 12 mm.
+	» comprise entre 2 et 6 mm.
	» inférieure à 2 mm ou très diffuse.
—	Pas d'action.

1° Bactéries phytopathogènes

Agrobacterium tumefaciens	— à + (1)
Erwinia carotovora	—
Erwinia tracheiphila	—
Xanthomonas malvacearum	+++
Pseudomonas Medicaginis	+++ à ++++
Pseudomonas Mori	+++
Pseudomonas mors-prunorum	—
Pseudomonas prunicola	—
Pseudomonas Tabaci	— et ++ (2)
Xanthomonas campestris	— à ++ (1)
Xanthomonas Phaseoli	+++

2° Bactéries pathogènes de l'homme et des animaux

Gram +	
Bacillus alvei	+++
Staphylococcus aureus	++
Staphylococcus albus	++
Streptococcus hemolyticus	+
Gram —	
Aerobacter aerogenes	—
Escherichia coli	— à + (1)
Klebsiella pneumoniae	— à + (1)
Proteus vulgaris	— et ++ (2)
Acido-résistantes	
Mycobacterium phlei	+
Mycobacterium grasbacillus	+

3° Bactéries saprophytes

Gram +	
Bacillus megatherium	+++
Bacillus mycoïdes	+++
Bacillus subtilis	+++ et ++++ (1)
Bacillus mesentericus	+++
Sarcina lutea	+++
Actinomycètes	
Streptomyces griseus	+++
Streptomyces venezuelae	+++
Actinomyces madurae	+++

b) **Action de lyse sur des bactéries**

Une action de lyse a été observée sur diverses bactéries. En particulier, sur le *Bacillus subtilis* la zone clarifiée s'accroît avec le temps ; dans une expérience, elle était de 17 mm après 24 h, de 27 mm après 4 jours et de 32 mm le 8e jour.

c) **Sur des champignons phytopathogènes**

Système de notation

—	Pas d'action		
e	Action peu nette		
+	Inhibition à 2 — 8 mm	de la colonie d'*Alternaria*	
++	» 8 — 18 mm	»	»
+++	» 18 — 26 mm	»	»
++++	» à plus de 26 mm	»	»

Phytophthora cinnamomi	—
Pythium de Baryanum	—
Ustilago Tragopogonis	—
Sclerotinia Libertiana	+ à ++
Ceratostomella Ulmi	—
Endothia parasitica	++++
Phoma lingam	—
Fusarium caeruleum	—
Rhizoctonia Solani	*e*

(1) Suivant les expériences.
(2) Suivant les souches.

IV. — ÉTUDE D'ACTIONS RÉCIPROQUES ET DE LA SENSIBILITÉ DE L'ALTERNARIA SOLANI VIS-A-VIS D'AUTRES ORGANISMES

a) Actions réciproques

Lorsqu'on dépose à la surface de la gélose d'une boîte de Pétri préalablement ensemencée par la bactérie ML 18, des fragments de gélose portant du mycélium d'*Alternaria*, on observe après 24 h de grandes zones d'inhibition. Mais tandis qu'avec d'autres bactéries *(Pseudomonas Mori)* le champignon se

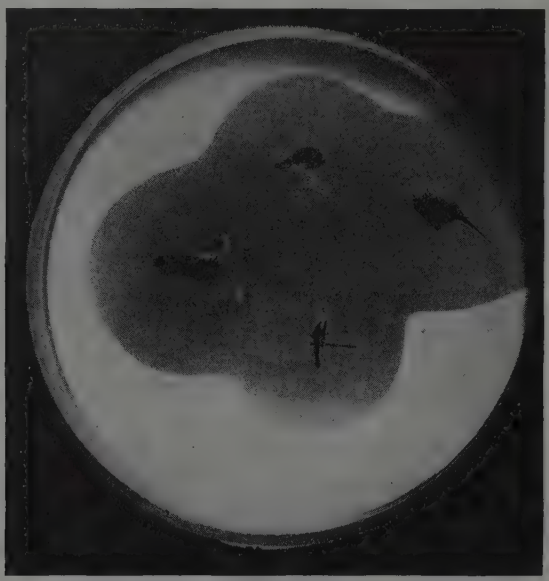


FIG. 5. — Actions réciproques entre l'*Alternaria Solani* et la bactérie ML 18. Photographie prise au 10e jour de l'expérience.
(Photo Faivre-Amiot)

développe les jours suivants à la surface de la gélose, ici sa croissance est complètement arrêtée. Ceci montre que si l'*Alternaria Solani* secrète une substance antibiotique pour la bactérie, cette dernière se montre également active sur le champignon (fig. 5). Le même phénomène a été obtenu entre l'*Alternaria Solani* et le *Streptomyces griseus* (fig. 6).

Par la méthode des 4 points en croix, la bactérie entraîne chez l'*Alternaria*, le développement de colonies asymétriques. Si l'on prélève des fragments de mycélium à la limite de la zone d'inhibition, on s'aperçoit que ceux-ci présentent des déformations, des épaississements de membrane, des renflements en vésicules dont certaines ont éclaté et se sont vidées (fig. 7).

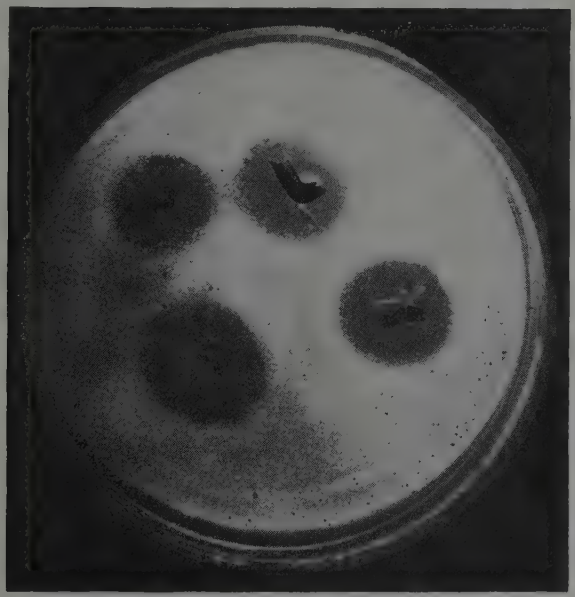


FIG. 6. — Actions réciproques entre l'*Alternaria Solani* et le *Streptomyces griseus*.
(Photo Faivre-Amiot)

FIG. 7. — Mycélium anormal d'*Alternaria Solani*, déformé sous l'influence de la bactérie ML 18.

b) **Sensibilité de l'Alternaria Solani à d'autres organismes par la méthode des 4 points en croix**

Bactéries	N° BD 1 (1)	+++
»	BD 2	+++
»	ML 2	+++
»	ML 7	++
»	ML 10	+
»	ML 8	++
»	ML 18	+++
»	ML 19	+++
»	ML 21	+
»	ML 22	++
Actinomycètes	N° AD 1	+++ à +
»	AD 3	+++
»	AD 6	++
»	ML 280	+++
»	ML 333	++
»	ML 508	+
»	ML 505	+
»	ML 506	+
»	ML 510	+++
Streptomyces griseus (2)		+++
Penicillium	N° CD 5	+
Aspergillus	N° CD 18	+

a) **Action du bouillon de culture de la Bactérie BD 2 sur la germination des spores d'Alternaria Solani**

Si l'on essaye de faire germer des spores d'*Alternaria Solani* dans un bouillon de culture de la Bactérie BD 2, on s'aperçoit au bout de 16 heures que les filaments germinatifs au lieu d'être réguliers et très longs comme dans une germination normale (fig. 8 A), sont courts et renflés en vésicules (fig. 8 B). (3)

Nous avons alors pensé qu'un tel bouillon pouvait empêcher la contamination de feuilles de Tomate par l'*Alternaria Solani*, si on le pulvérise sur ces organes juste avant l'essai d'inoculation.

Effectivement, dans une expérience, alors que sur la plante témoin sont apparues 145 taches, la plante traitée est restée indemne (fig. 9).

V. — ÉTUDE DE L'ACTIVITÉ DU JUS BRUT DE CULTURE DE L'ALTERNARIA SOLANI

1° Sur des bactéries phytopathogènes.

Technique. — Une culture de 48 heures du microorganisme à tester est mise en suspension dans 20 ml d'eau stérile. Cette suspension est mélangée à 20 ml de gélose nutritive à base de pomme de terre. Le tout est réparti également entre trois boîtes de Pétri. Quatre anneaux de porcelaine sont distribués par boîte.

Le jus de culture, arrivé à son optimum, est introduit en égale quantité dans chaque anneau.

(1) Souches de notre collection.
(2) Souche N° 3478 de WAKSMANN qui nous a été communiquée par l'Institut Pasteur.
(3) Au cours de l'impression, nous avons reçu l'article de ZACHA (v.) concernant des modifications morphologiques du mycélium d'une souche d'*Alternaria porri* f. *Solani* NEERG. par certains microorganismes antagonistes (18).

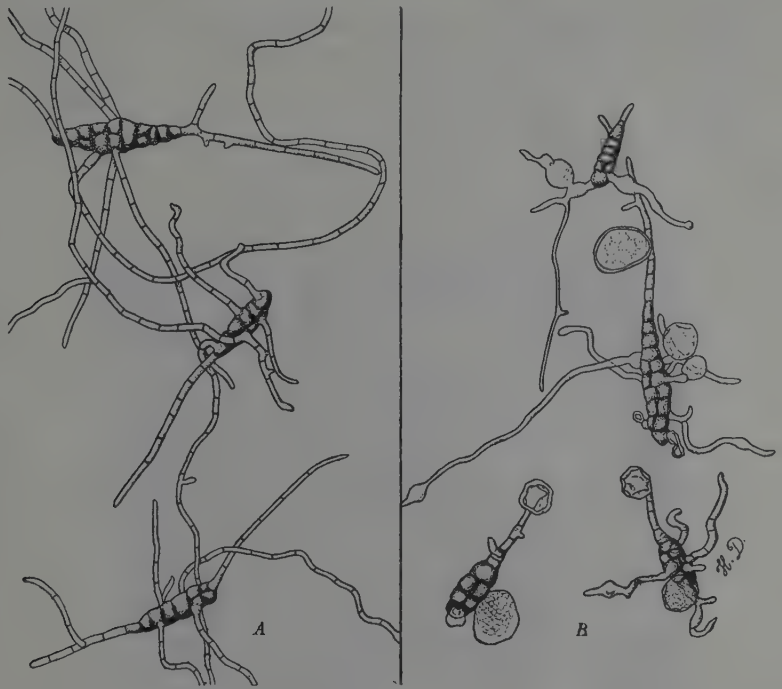


FIG. 8. — Germination des spores d'*Alternaria Solani*. A germination normale après 16 heures. — B germination sur bouillon de culture de la bactérie BD 2. (gr. 190).

Les boîtes de Pétri ainsi ensemencées sont mises à l'étuve à 25°. Les auréoles d'inhibition sont mesurées après 40 h et 64 h.

Résultats. — Le tableau IV donne les résultats de ces différentes mensurations.

TABLEAU IV

Bactérie	Diamètre de la zone d'inhibition en mm (moyenne des 12 répétitions)		
	40 h	64 h	Observations
Coryn. sepedonicum	23	25,5	Zone à bords flous
Coryn. flaccumfaciens	12	12	
Pseud. Savastanoi	—	—	
Pseud. Tabaci	—	—	
Pseud. angulata	10	10	
X. campestris	—	—	Excitation
X. malvacearum		26,5	Zone peu visible après 40h
E. phytophthora	—	—	
E. aroideae	—	—	
E. carotovora	—	—	
Agr. tumefaciens	—	—	
B. subtilis (témoin)	28,5	30,5	Zone très nette

Sur les 11 bactéries phytopathogènes testées, le *Corynebacterium flaccumfaciens*, le *Corynebacterium sepedonicum* et le *Xanthomonas malvacearum* se sont montrés sensibles à l'action du jus de culture.

FIG. 9. — Action préventive d'une culture bactérienne sur la maladie de la Tomate causée par l'*Alternaria Solani*. En haut : plante traitée avant l'inoculation par le bouillon de culture de la bactérie BD 2 ; en bas : plante témoin non traitée.

Une zone d'inhibition extrêmement faible a été notée pour *Pseudomonas angulata*. Dans le cas de *Xanthomonas campestris* l'opacité était plus grande au voisinage de l'anneau que dans le reste de la culture.

Dans une autre expérience, avec un jus de culture de 18 jours, les zones d'inhibition ont été très nettes sur le *Pseudomonas Medicaginis*, à la température de 24° (fig. 10).

Parfois avec le *Pseudomanas Medicaginis* et le *Pseudomonas Mori*, autour de l'anneau on observe d'abord une zone claire (4), puis une zone opaque (3), suivie d'une zone plus claire (2) et enfin un voile normal (1). Des préparations

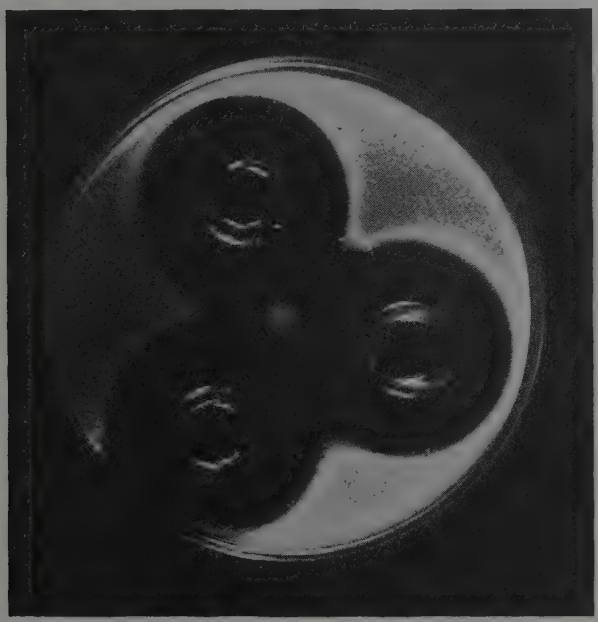


FIG. 10. — Inhibition de *Pseudomonas Medicaginis* par un jus d'une culture d'*Alternaria Solani*. *(Photo Faivre-Amiot)*

microscopiques ont montré que dans la partie 1, les bactéries étaient des bâtonnets typiques de la souche bactérienne, tandis que dans la zone 2 on rencontrait de nombreuses chaînettes, dans la zone 3 des éléments séparés mais gonflés et dans la zone 4 des éléments plus rares et en voie de digestion (fig. 11).

2° Sur des champignons phytopathogènes.

Technique. — Le jus brut d'une culture d'*Alternaria Solani*, arrivée aux environs de son optimum de croissance, est mélangé à une égale quantité de gélose pomme de terre à 20 g de saccharose par litre. Ce mélange est réparti stérilement en boîtes de Pétri.

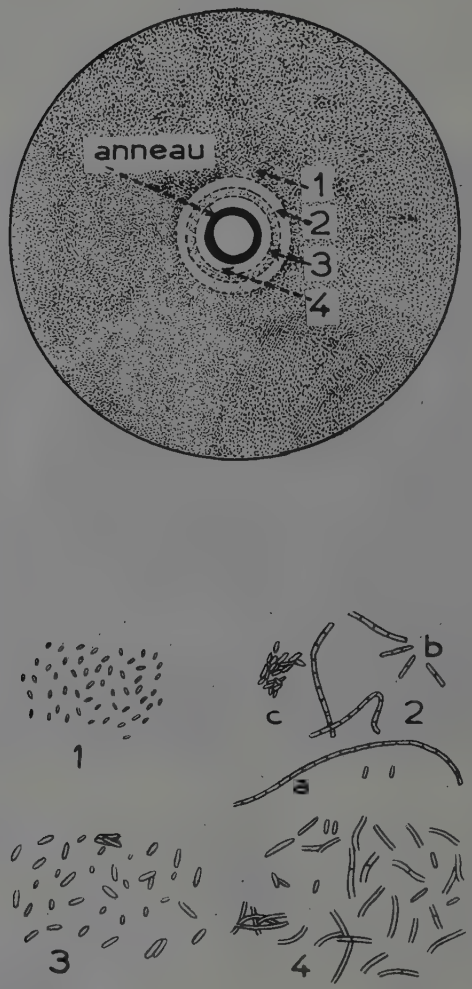


FIG. 11. — Action du jus de culture d'*Alternaria Solani* sur *Pseudomonas Medicaginis* par la méthode des anneaux :
1. Voile normal avec bactéries typiques. — 2. Zone claire avec bactéries en chaînes. — 3. Zone opaque avec bâtonnets renflés. — 4. Zone claire avec éléments en voie de digestion.

Quand la gélose est solidifiée on dépose, au centre de la boîte, un fragment du mycélium de l'organisme à tester. Ce fragment de 6 mm de diamètre, est prélevé à la périphérie d'une culture jeune faite sur le milieu pomme de terre. Les boîtes sont ensuite mises à l'incubation à 25°.

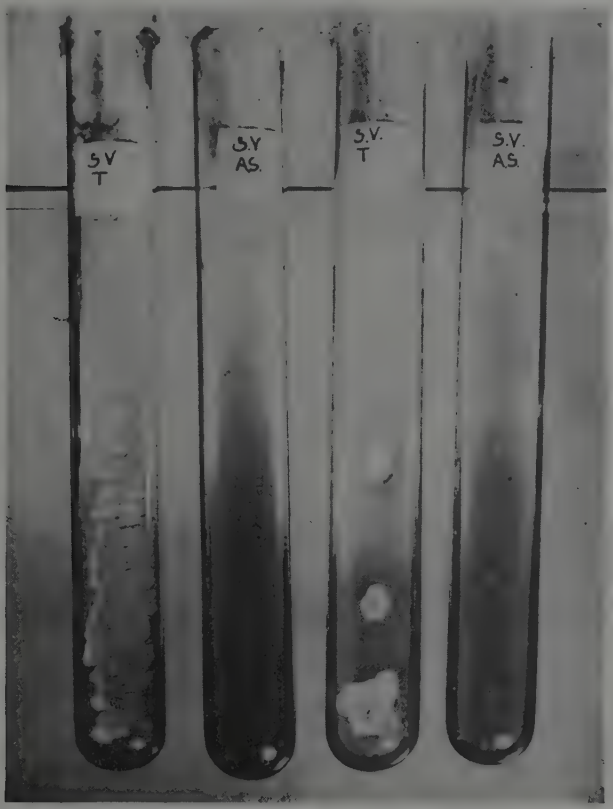


FIG. 12. — Inhibition du *Streptomyces venezuelae* (SV) par le jus filtré d'une culture d'*Alternaria Solani*. AS : 1/2 gélose pomme de terre, 1/2 jus filtré d'Alternaria. — T : Témoin : 1/2 gélose pomme de terre, 1/2 eau distillée.

(Photo Faivre-Amiot)

On mesure chaque jour les diamètres des cultures en les comparant à ceux de cultures témoins où le jus brut est remplacé par de l'eau stérile.

Résultats. — Les résultats sont donnés dans le tableau V.

On voit que le jus brut de culture d'*Alternaria Solani* ralentit la croissance de la plupart des champignons essayés. Cette action est particulièrement nette dans le cas d'*Armillariella mellea*, de *Botrytis Allii*, d'*Endothia parasitica*, de *Sclerotinia Libertiana*, de *Sclerotinia minor* et de *Sclerotium Rolfsii*.

TABLEAU V

Champignons	Milieu	Diamètre de la culture en fonction du temps — Nombre de jours										
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14
Armillariella	A	0	0			0		7			12	15
mellea (1067)	T	7	9			17		25			33	40
Botrytis	A	0			+	+	8	13		16	25	
Allii (1525)	T	21			42	43	46	47		50	51	
Botrytis	A	+			16	21	17	34		44	51	
cinerea (1531)	T	29			56	57	58	59		59	59	
Cercospora	A	7	7			10		15			20	25
beticola (51/A)	T	11	15			29		40			50	55
Endothia	A	8	10			13		20			30	40
gyrosa (237)	T	18	30			60		60			60	60
Endothia	A	7	7			11		14			18	20
gyrosa (545)	T	12	18			25		37			40	45
Endothia	A	0			0	0	+	+		7	7	
parasitica (1067)	T	19			47	52	62	65		66	66	
Phoma	A	+			6	8	11	14		16		
Betae	T	21			50	60	65	70		72		
Rhizoctonia	A	+			12	27	41	57		69		
Solani (1541)	T	65			78	90	100	100		100		
Sclerotinia	A	0			0	+	+	+		18	28	31
Libertiana (1544)	T	57			80	100	100	100		100	100	100
Sclerotinia	A	0			+	+	+	+		9	12	16
minor (1543)	T	39			70	72	76	79		81	82	82
Sclerotium	A	0			0	0	0	+		7	8	15
Rolfsii (1539)	T	37			90	100	100	100		100	100	100
Sclerotium	A	18		50	75	85						
bataticola	T	56		85	85	85						
Sclerotium	A	0		0	0	0	0		0 à 10		6 à 34	
cepivorum	T	14		43	62	62	71		85		85	

Note : O Croissance nulle.
+ Croissance ne dépassant pas le fragment de gélose.
A Gélose pomme de terre diluée à 50 p. 100 avec du jus brut d'*Alternaria Solani*.
T Gélose pomme de terre diluée à 50 p. 100 avec eau distillée stérile.

A l'intérieur d'un même genre, les différentes espèces n'ont pas toutes la même sensibilité. C'est ainsi que l'*Endothia parasitica* est stoppé pendant 8 jours au bout desquels il commence à croître très lentement, alors que l'*Endothia gyrosa* n'est pas bloqué au départ mais seulement ralenti. Les vitesses de croissance sont aussi différentes entre les espèces de *Sclerotinia* et les espèces de *Botrytis*.

Les graphiques (13, 14 et 15) illustrent bien ces résultats.

VI. — ESSAIS D'EXTRACTION ET DE PURIFICATION DE SUBSTANCES SÉCRÉTÉES PAR L'ALTERNARIA SOLANI

Au début de nos recherches nous avons pu extraire du jus de culture de l'*Alternaria Solani*, par agitation avec l'éther, une substance qui cristallisait spontanément après évaporation du solvant (7).

Ces cristaux incolores, fusibles à 230°, se sont montrés actifs sur plusieurs bactéries. Nous avons appelé ce corps Alternarine. Cependant les quantités

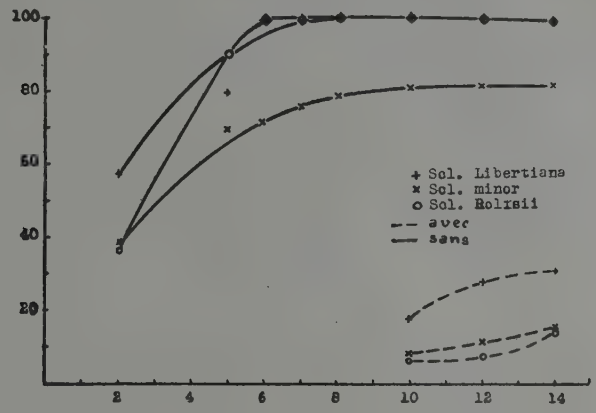


FIG. 13. — Action fongistatique du jus de culture d'*Alternaria Solani* sur différentes espèces de *Sclerotinia*.

En ordonnée : Diamètre des colonies de champignons en mm.
En abscisse : Nombre de jours de développement

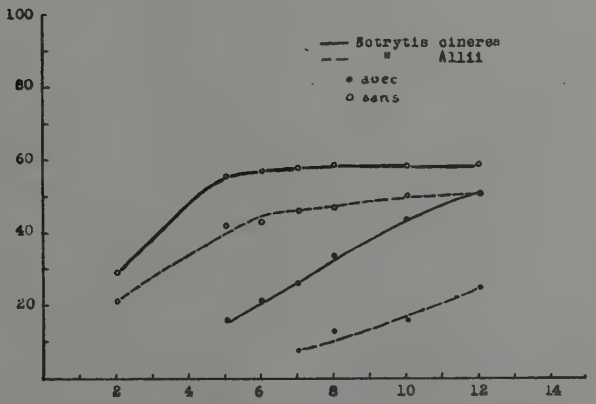


FIG. 14. — Action fongistatique du jus de culture d'*Alternaria Solani* sur différentes espèces de *Botrytis*.

En ordonnée : Diamètre des colonies de champignons en mm.
En abscisse : Nombre de jours de développement

obtenues étaient très faibles par rapport à la masse de l'extrait brut (moins de 5 p. 100). Le résidu amorphe étant encore très actif, nous avons pensé qu'une proportion importante d'Alternarine était mélangée à des impuretés qui en empêchaient la cristallisation.

Des essais réalisés en vue de purifier cette substance nous ont permis de séparer plusieurs produits inactifs, et d'obtenir une gomme aussi active que les cristaux recueillis au début. Malheureusement, après 2 ans d'efforts, il nous a été impossible de faire cristalliser cette substance.

Depuis plus d'un an, pour une cause que nous ignorons, notre souche d'*Alternaria Solani* ne donne plus les cristaux du début.

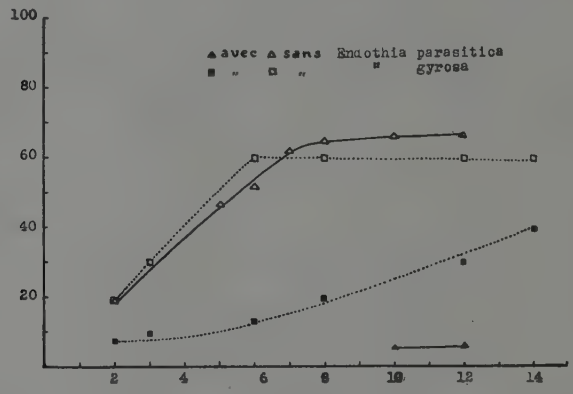


FIG. 15. — Action fongistatique du jus de culture d'*Alternaria Solani* sur *Endothia parasitica* et *Endothia gyrosa*.

En ordonnée : Diamètre des colonies de champignons en mm.
En abscisse : Nombre de jours de développement

Mais la purification de la substance amorphe nous a permis d'obtenir un corps doué de propriétés antibiotiques tout à fait comparables à celles de la substance cristallisée et pour laquelle nous gardons le nom d'Alternarine.

1° Extraction de l'Alternarine :

Plusieurs méthodes permettent d'extraire ce produit. On peut par exemple l'adsorber sur charbon et l'éluer à l'alcool, mais le meilleur rendement a été obtenu par agitation du jus de culture filtré avec un solvant non miscible à l'eau (éther, benzène ou chloroforme).

Le pH de la phase aqueuse est sans influence sur l'extraction de l'antibiotique, mais non sur celle des impuretés. Ainsi l'acidité du milieu augmente considérablement, dans l'extrait brut, la proportion d'une substance rouge et d'une substance jaune, alors qu'une légère alcalinité permet de les éliminer presque entièrement.

L'extrait dans le solvant organique est desséché (par exemple avec le chlorure de calcium dans le cas du chloroforme), puis évaporé sous pression réduite de manière à ne pas dépasser la température de 50°.

L'extrait brut desséché pèse de 150 à 250 mg par litre suivant les cultures.

Il contient de nombreuses impuretés, en particulier un corps rouge et un corps jaune en quantité variable.

Une première chromatographie sur alumine, dans le chloroforme, permet d'éliminer ces deux corps, ainsi qu'une gomme incolore inactive. Le corps rouge est énergiquement fixé en haut de la colonne, le corps jaune au-dessous. L'antibiotique passe dans les premières fractions, l'impureté incolore vient ensuite.

Les fractions actives sont constituées par une gomme molle colorée en brun. Après évaporation du chloroforme, on redissout cette gomme dans un peu de benzène qui est ensuite dilué d'un égal volume d'hexane, puis passé sur une colonne d'alumine. La colonne est d'abord lavée avec le mélange hexane-benzène, puis par du benzène pur, auquel on ajoute ensuite un peu de chloroforme.

On recueille les fractions suivantes :

1° Une matière huileuse brune inactive.

2° Une petite quantité de cristaux incolores inactifs.

3° Une gomme brune inactive.

4° Des fractions de plus en plus actives, d'abord verdâtres, puis incolores.

5° Des fractions incolores moins actives.

6° Des fractions inactives.

Les fractions les plus actives sont réunies. On les décolore en les passant sur quelques grammes de charbon activé, en solution chloroformique. On obtient finalement une gomme incolore très active, l'*Alternarine*.

Les essais en vue de pousser plus loin la purification de cette substance (nouvelles chromatographies, partage entre solvants, lavages aux acides ou aux alcalis) n'ont pas permis d'isoler une nouvelle fraction inactive ni d'obtenir un corps plus actif.

L'extraction de l'Alternarine à partir du mycélium est possible mais ne donne pas un rendement comparable à ce qu'on obtient à partir du jus.

Après purification, le poids de substance obtenue à partir du milieu de culture est d'environ 30 à 40 mg par litre, alors que le mycélium correspondant à un litre donne moins de 10 mg de produit purifié.

2° Propriétés de l'Alternarine :

Cet antibiotique se présente sous la forme d'une gomme dure, incolore, très peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther de pétrole et l'hexane, très soluble dans le benzène, le chloroforme, l'éther, l'acétone, l'acétate d'éthyle, l'acétate d'amyle, les alcools. La solubilité dans ces solvants n'est limitée ni par la température, ni par la quantité de solvant, c'est-à-dire que la masse entière reste liquide ou pâteuse, sans aucune séparation soit par refroidissement, soit par évaporation du solvant pur.

Si l'on essaye de mélanger un de ces solvants avec un liquide dans lequel le corps est très peu soluble, par exemple l'alcool avec l'eau, ou le chloroforme avec l'hexane, la solubilité est limitée et varie avec la température. Il se produit un dépôt de substance soit par refroidissement, soit en augmentant la proportion d'eau ou d'hexane. Mais la substance déposée est toujours amorphe, sous forme de gouttelettes et jamais sous forme cristalline, quelles que soient les circonstances dans lesquelles on opère.

Cette gomme est pratiquement stable à l'air pendant plusieurs mois à la température du laboratoire. Mais il suffit de la chauffer à l'air à 80° en solution concentrée pendant quelques minutes pour lui faire perdre toute activité. Par contre, en solution diluée, la substance conserve une partie de son activité, même après chauffage à l'autoclave à 120°.

Si l'on agite à froid une solution du produit dans l'éther ou le benzène avec de l'eau légèrement alcaline, (NaOH N/10) l'antibiotique n'est pas détruit. Il en est de même si l'on alcalinise faiblement le jus de culture avant l'extraction à pH 10, mais une forte alcalinité dans ce jus (pH 13 à 14) supprime une grande partie de l'activité.

Les seuls essais chimiques effectués jusqu'à présent se bornent à la constatation que l'Alternarine ne contient pas d'azote.

3° Autres substances extraites :

A) Corps rouge

Le jus de culture de cette souche d'*Alternaria Solani* est normalement coloré en rouge ; cependant, dans certaines circonstances, par exemple : milieux à base de lactose, culture agitée, la souche produit de l'antibiotique mais pas de colorant rouge.

A pH acide, le jus de culture, agité avec le chloroforme ou l'éther, abandonne une petite quantité de ce colorant, mais pour en extraire la totalité, il faut opérer par adsorbtion sur du charbon végétal.

Ce charbon doit être lavé à l'avance avec un acide, puis rincé à l'eau distillée, pour éliminer les sels alcalins qu'il peut contenir car le corps rouge forme avec les alcalis, en décomposant au besoin les carbonates, des sels non cristallisables.

Le jus de culture légèrement acidifié est agité avec le charbon (10 g par litre). On élimine ensuite le jus de culture décoloré, on lave le charbon à l'eau distillée, puis on élue le corps rouge par l'alcool éthylique, le méthanol ou l'acétone.

Après évaporation de l'éluant, il reste encore assez d'eau pour maintenir le corps en solution. Cette solution est lavée à l'éther pour éliminer l'Alternarine et les substances lipo-solubles qu'elle contient encore. Le liquide aqueux est

ensuite concentré à chaud. Le corps rouge cristallise par refroidissement. Les cristaux recueillis sont essorés, puis recristallisés deux ou trois fois dans l'eau. Ils se présentent comme des plaquettes en forme de losanges ou d'aiguilles prismatiques assemblées en étoiles (fig. 16).

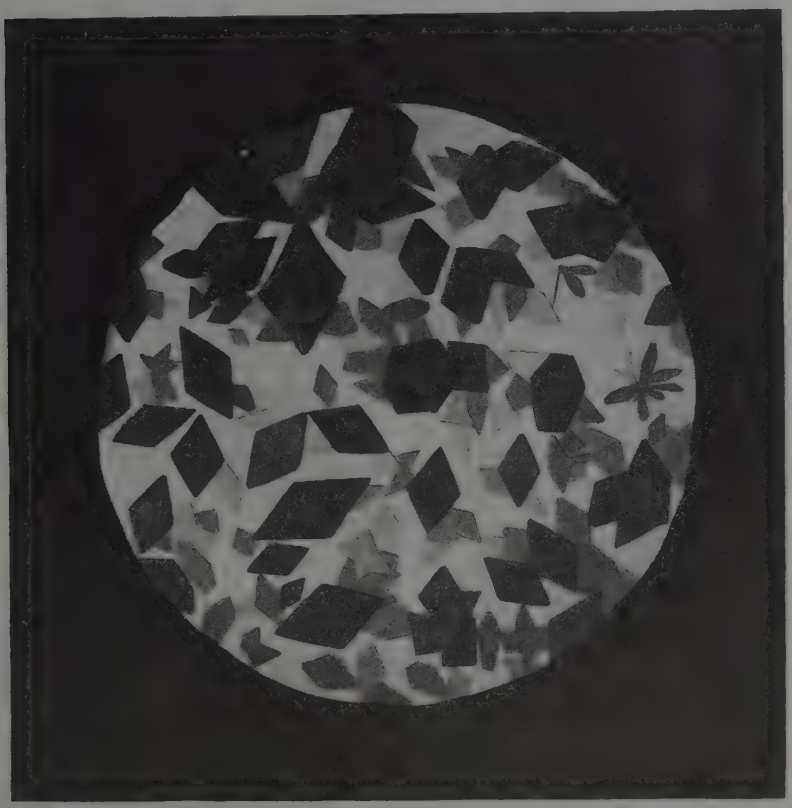


FIG. 16. — Cristaux du corps rouge vus au microscope. (gr. env. 25).
(Dessin Mme Huau)

Cette substance, qui se comporte comme un acide en présence des alcalis, ou des carbonates, pourrait servir d'indicateur de pH, car elle change de couleur au cours de sa neutralisation. Une solution presque jaune à pH 5 vire progressivement à l'orangé, puis au rouge (pH 7), au rouge violet (pH 8) et franchement au violet (pH 10).

A l'état acide (solutions jaunes à rouges), ce corps cristallise facilement. Ces cristaux se dissolvent plus ou moins dans les alcools, l'acétone, l'éther et le chloroforme ; dans l'eau leur solubilité est beaucoup plus grande à chaud qu'à froid ; ceci permet de les obtenir très purs.

A l'état de sel alcalin (solutions violettes), la substance est soluble dans l'eau en toutes proportions. Si l'on évapore la solution aqueuse, on obtient une gomme violette, durcissant par dessiccation, insoluble dans les solvants organiques.

Les cristaux du corps rouge, chauffés à 260°, se décomposent sans fondre en laissant un résidu charbonneux. Le corps rouge pur n'a pas présenté de propriétés antibactériennes.

B) **Corps jaune**

Cette substance se trouve en petite quantité dans le jus de culture. On peut l'extraire par les solvants organiques à pH acide.

Cependant, il est plus pratique de l'extraire du mycélium qui en contient de grandes quantités.

On épuise par l'acétone, au soxhlet ou au kumagawa le mycélium desséché Après évaporation du solvant, on obtient une masse brune contenant, avec le corps jaune, une substance grasse et un peu d'Alternarine.

Les lipides sont éliminés par lavage à l'éther de pétrole. Le résidu est dissous à chaud dans un peu d'acétone et le corps jaune cristallise par refroidissement.

On peut ensuite le dissoudre dans une solution aqueuse de soude, le précipiter en acidifiant le liquide, le laver à l'eau sur un filtre et le recristalliser dans l'acétone.

Le corps jaune pur se présente sous forme de lamelles allongées assemblées en étoiles. Il se sublime aux environs de 270°.

Modérément soluble dans les solvants organiques (5 g par litre dans l'acétone à la température ordinaire) le corps jaune est insoluble dans l'eau neutre ou acidifiée, mais il se dissout instantanément dans les alcalis en donnant une coloration brune foncée. Les solutions de carbonate de soude ne le dissolvent pas.

Cette substance à l'état pur n'a pas montré de propriétés antibiotiques.

Au début de nos recherches nous avions extrait du mycélium un vernis rouge actif. Il s'agissait d'un mélange d'Alternarine, de corps rouge et de plusieurs impuretés ne paraissant pas présenter d'intérêt.

C) **Cristaux blancs en aiguilles**

Nous avons signalé la formation d'agglomérats de fines aiguilles cristallines à la face inférieure du mycélium, dans des cultures âgées d'un mois, sur certains milieux liquides.

Pour extraire et purifier ces cristaux le mycélium est d'abord lavé à l'alcool. On obtient un liquide brun que l'on évapore à sec. On reprend par l'acétone pur puis on dilue par 2 volumes d'eau. Il se forme d'abondants cristaux que l'on recueille et essore. On les redissout dans l'acétone et reprécipite par

l'eau. On obtient ainsi des cristaux blancs souillés par un peu de corps jaune. On chromatographie alors dans l'acétone ; après lavage à l'acétone, on élue par

FIG. 17. — Cristaux blancs en aiguilles vus au microscope après purification. (gr. 385).
(Photo Halmos)

l'éthanol. On fait évaporer ce dernier à sec, on reprend dans l'acétone aqueux et on obtient les cristaux blancs en aiguilles (fig. 17).

Ces cristaux sont insolubles dans l'eau, le chloroforme, très peu solubles

dans l'éther (< 5 mg par ml), peu solubles dans l'alcool, assez solubles dans l'acétone (15 mg par ml). Ils sont insolubles dans une solution de carbonate de soude. Mais ils sont solubles dans une solution de soude N. Ils précipitent de cette solution sous forme de gel blanc par acidification. Ce gel est soluble dans l'acétone ; en ajoutant deux volumes d'eau à la solution le corps recristallise.

Les cristaux ne fondent pas jusqu'à 260°. Après ils s'altèrent en brunissant, puis se transforment en charbon entre 270° et 280°.

Ce corps est donc nettement différent de l'acide alternarique de BRIAN et ALI.

Il présente quelques propriétés antibiotiques, d'ailleurs assez faibles.

Incorporé à un milieu gélosé pomme de terre à raison de 100 µg par ml, il inhibe partiellement le développement du *Sclerotium Rolfsii* (diamètre de la colonie après 4 jours d'incubation à 24° : 21 mm ; diamètre du témoin : 76 mm) et du *Sclerotinia fructigena* (diamètre de la colonie après 4 jours : 8 mm ; diamètre du témoin : 22 mm). A cette concentration, il est pratiquement sans action sur *Endothia parasitica* et *Botrytis Allii*.

Les essais effectués en milieu liquide pour mettre en évidence l'action de cette substance sur les bactéries ont échoué. Il n'est pas impossible que cet échec soit dû à la grande insolubilité du corps dans l'eau.

VII. — ÉTUDE DES CONDITIONS DE FORMATION DE L'ALTERNARINE.

1° Méthode test :

Pour cette étude il fallait une méthode rapide rendant compte à chaque instant de l'activité de la substance aux différents stades de la croissance du champignon. Celle employée ici est basée sur la mesure du diamètre de la zone d'inhibition d'une culture bactérienne en milieu gélosé, autour d'anneaux dans lesquels les jus à tester ont été déposés.

Cette méthode ne permet pas un dosage quantitatif précis de la substance antibiotique ; elle donne seulement une évaluation relative de l'activité des jus placés dans différentes conditions.

L'organisme test est le *Bacillus subtilis* (BROUSSAIS, Institut Pasteur). Il est entretenu sur gélose pomme de terre à 15 g de saccharose/l, repiqué toutes les 48 heures et conservé à 25°.

On répartit, dans 3 boîtes de Pétri, 20 ml de gélose pomme de terre à 20 g de saccharose dans lesquels on a incorporé 20 ml d'une suspension de la bactérie en eau stérile.

Sur ces boîtes on dispose 4 anneaux de porcelaine de 8 mm de diamètre, où l'on introduit les jus à tester en quantité égale. Les boîtes ainsi préparées sont incubées à 25° et la lecture des zones d'inhibition est faite au bout de 40 heures.

Plusieurs facteurs interviennent sur la netteté et le diamètre des zones d'inhibition. Ce sont :

a) **La température**

A 37°, la zone d'inhibition est plus nettement limitée qu'à 25°, mais elle est aussi beaucoup plus petite. Avec des jus peu actifs, la lecture devient impossible à 37°, l'organisme test proliférant trop rapidement. C'est pourquoi nous avons préféré la température de 25° pendant 40 heures, qui donne une plus grande sensibilité aux concentrations faibles de l'antibiotique.

b) **Le temps d'incubation**

La figure 18 représente l'évolution de la zone d'inhibition pour un jus d'activité moyenne, pendant environ 60 heures d'incubation à 25°. L'auréole d'inhibition commence à être visible vers la 6e heure, mais elle n'a que 13 mm de diamètre et son contour est flou. Ce n'est que vers la 25e heure qu'une auréole nette se forme. Elle atteint un diamètre de 26 mm vers la 40e heure. Ce diamètre continue à croître pendant les heures suivantes et les zones d'inhibition confluent, alors, rendant toute lecture difficile.

c) **L'épaisseur de la gélose**

Dans des boîtes de Pétri on a coulé différentes épaisseurs de gélose ense-

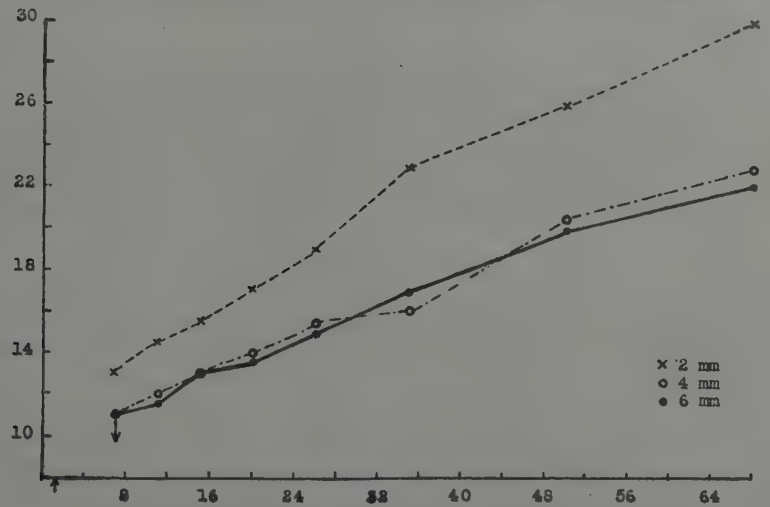


FIG. 18. — Influence de la durée d'incubation et de l'épaisseur de la gélose sur le diamètre des auréoles d'inhibition. (Organisme test : *B. subtilis*).
En ordonnée : Diamètre de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Temps d'incubation en heures

mencée : 2 mm, 4 mm, 6 mm. La figure 18 montre qu'au-dessus de 4 mm, le diamètre des zones d'inhibition varie assez peu. Par contre pour 2 mm, on

observe une augmentation du diamètre des auréoles. Des erreurs considérables peuvent donc se produire si l'on ne se maintient pas dans des limites étroites. D'autre part, le fond des boîtes de Pétri doit être rigoureusement plat, sous peine de voir détruire l'homogénéité des résultats dans une même boîte.

d) La préincubation

La figure 19 montre qu'un temps de préincubation de 1 à 2 h à 25° paraît augmenter la sensibilité de la méthode. Il est probable que les bactéries sont plus sensibles à l'action de l'antibiotique au début de leur phase de multiplication active.

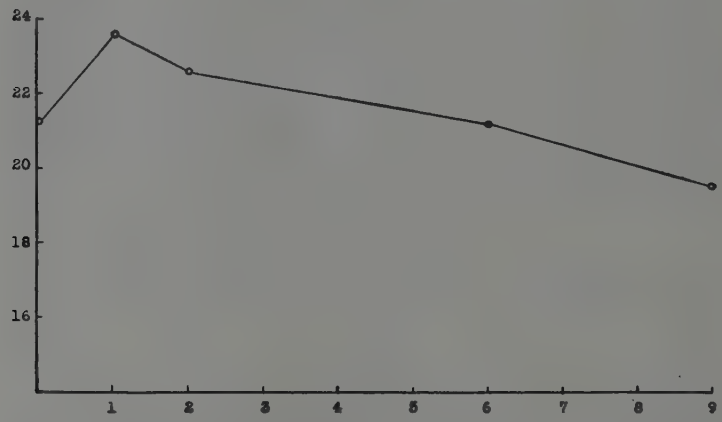


FIG. 19. — Influence de la durée de préincubation sur le diamètre des zones d'inhibition.
En ordonnée : Diamètre de la zone d'inhibition en mm.
En abcisse : Durée de préincubation en heures

e) L'importance de l'inoculat

Le graphique 20 donne le diamètre de la zone d'inhibition en fonction de la densité des germes introduits dans la gélose. La densité relative correspond aux graduations lues sur le tambour de l'électrophotomètre de Meunier (filtre bleu).

On voit que la zone d'inhibition est à peu près la même pour les concentrations en germes correspondant aux graduations 1 400 (dilution 1) et 700 (dilution 1/2). Il n'en est pas de même aux fortes dilutions (1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128), mais la différence dans le diamètre des auréoles tend à s'atténuer quand on augmente le temps d'incubation (courbe 48 h). Dans tous les tests que nous avons effectués, nous nous sommes maintenus à une densité voisine de 1 400 au tambour de l'électrophotomètre.

On obtient ainsi au bout de 40 heures un voile parfaitement uniforme de

B. subtilis, tandis qu'aux concentrations en germes plus faibles, on obtiendrait des voiles discontinus et fortement ponctués.

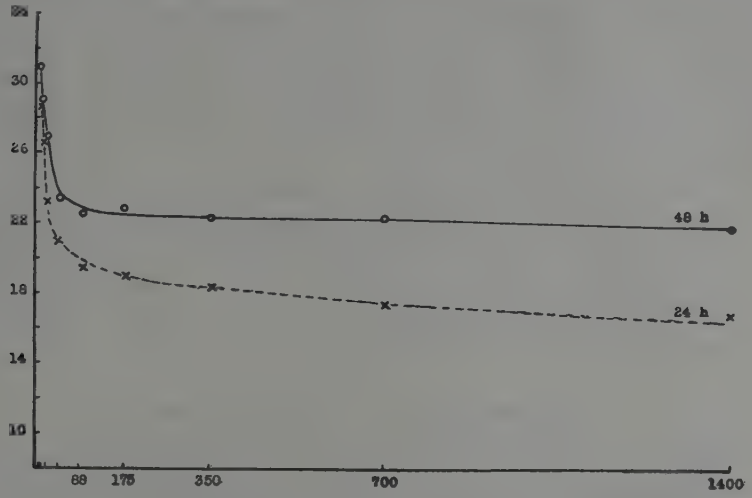


FIG. 20. — Influence de la densité de l'inoculat sur le diamètre des auréoles d'inhibition.
En ordonnée : Diamètre de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Densité de l'inoculat (graduations de l'électrophotomètre).

f) Influence du pH

Le pH du jus à tester et celui de la gélose interviennent sur la netteté des zones d'inhibition. Pour montrer leur influence, le jus à tester a été tamponné entre pH 4,5 et 9,15 à l'aide d'un volume égal d'un tampon Sörensen. L'organisme test a été ensemencé selon la méthode habituelle dans deux milieux différents : gélose petone extrait de viande à pH 7,4-7,6 et gélose pomme de terre à 20 g de saccharose à pH 7,1 environ.

Les jus amenés aux différents pH ont été distribués en anneaux sur ces deux milieux.

Les diamètres des zones d'inhibition mesurés après 24 heures à 25° sont donnés dans le tableau VI.

TABLEAU VI

pH	Diamètre de la zone d'inhibition en mm. (Moyenne effectuée sur 8 mesures)	
	Milieu peptone	Milieu pomme de terre
4,5	16,31	17,95
5,3	16	17,7
6,35	15,7	17,35
7,15	14,5	18,1
8,0	13,5	17,35
9,15	13,5	18,05

On constate que sur gélose pomme de terre le pH du jus à tester ne semble pas avoir d'influence sur les auréoles. Par contre, sur gélose peptone, le diamètre de la zone d'inhibition est plus faible et diminue lorsque le pH s'élève. Il est possible que la substance subisse un début d'inactivation en présence de peptone comme c'est le cas en milieu peptoné liquide (*cf.* chap. VIII) ; d'autre part, sur ce milieu, l'organisme test croît à un pH favorable (7, 4-7, 6) qui se maintient au cours de son développement comme le montre un contrôle au bleu de bromothymol.

Dans le cas de la gélose pomme de terre, le milieu s'acidifie par suite de la formation d'acides organiques au cours de la dégradation des sucres ; il convient donc vraisemblablement moins bien à l'organisme test et devient plus favorable à l'activité de la substance antibiotique qui est plus stable aux pH acides.

On pourra donc employer le milieu gélose pomme de terre sans inconvénient dans tous les tests qui suivront.

g) **Influence de la dilution des jus à tester**

Le tableau VII donne une idée de l'influence des dilutions (1, 1/2, 1/4, 1/8, 1/16) sur les diamètres des zones d'inhibition pour un jus à son optimum d'activité.

TABLEAU VII

Dilutions	Diamètre de la zone d'inhibition pour 3 répétitions		
1	26	27	26
1/2	23	23	23
1/4	19	20	19
1/8	18	16	16
1/16	13	14	13

La courbe des diamètres des zones d'inhibition (fig. 21) en fonction de la dilution a une allure logarithmique. Elle est transformable en une droite dans le système à $\log_2$ (fig. 22).

Ce type de courbe est analogue à celui obtenu dans les dosages HEATLEY de pénicilline et laisse entrevoir la possibilité d'une méthode de dosage biologique analogue de la substance pure.

2° Facteurs intervenant dans la production de la substance antibiotique

Pour l'étude des facteurs physiques, nous avons utilisé un bouillon constitué par une décoction de 200 g de pomme de terre par litre à laquelle on ajoute 50 g de sucre du commerce (Milieu STS 50). Ce milieu s'est révélé excellent pour la production d'antibiotique. Nous verrons par la suite que d'autres milieux naturels ont aussi donné de bons résultats.

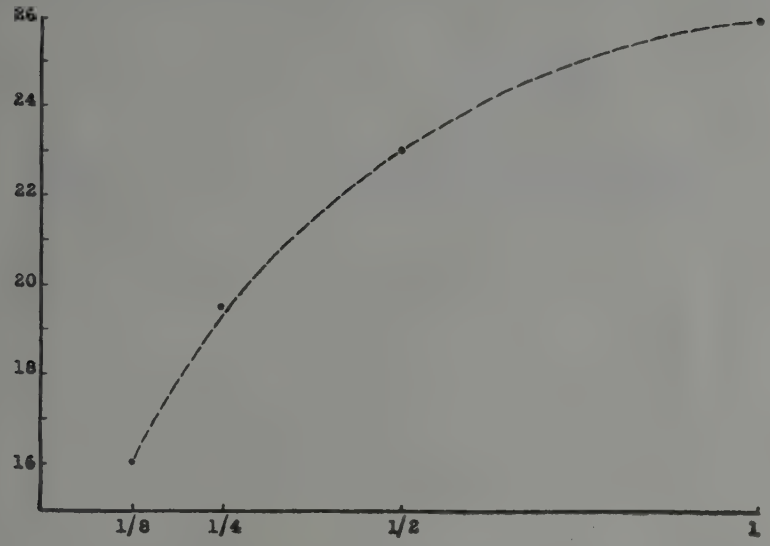


FIG. 21. — Influence de la dilution des jus à tester sur le diamètre des zones d'inhibition.
En ordonnée : Diamètre de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Dilutions.

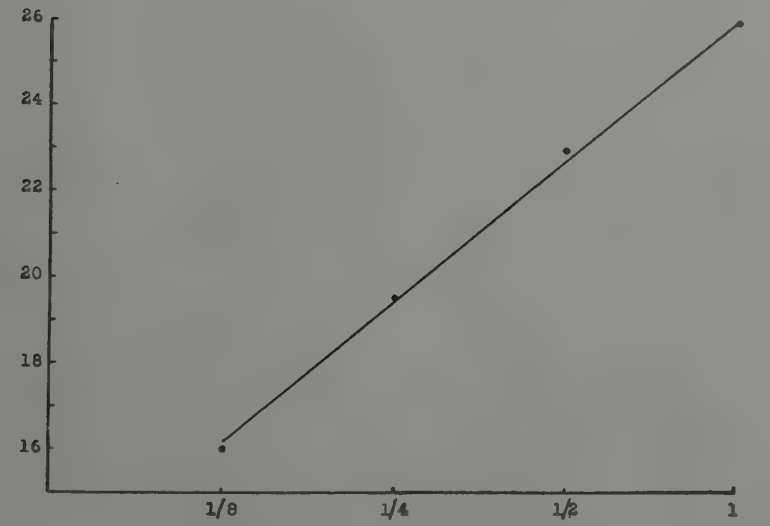


FIG. 22. — Transformation de la courbe de la fig. 21 en portant en abscisses le log. 2 des différentes dilutions.
En ordonnée : Diamètre de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Dilutions.

a) Influence de la température

On a mis à différentes températures des boîtes de Roux contenant 330 ml de milieu STS 50 ensemencées par l'*Alternaria Solani*.

L'activité du jus a été contrôlée par la méthode décrite précédemment.

Les résultats sont représentés graphiquement (fig. 23). On peut constater

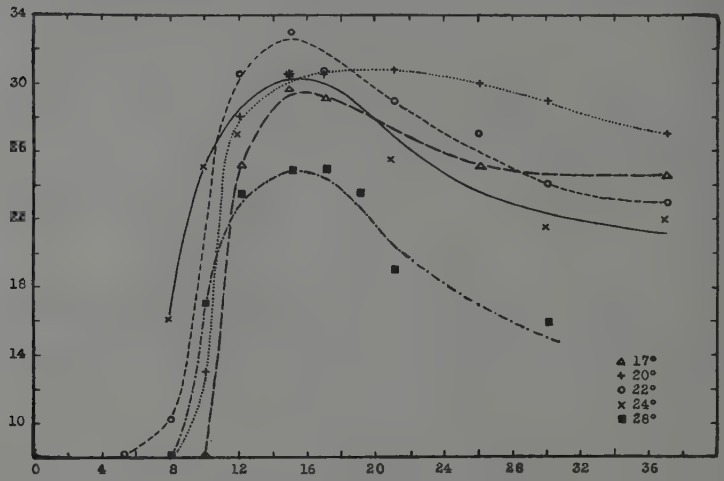


FIG. 23. — Influence de la température d'incubation de l'*Alternaria Solani* sur la production de la substance antibiotique.
En ordonnée Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

que le maximum d'activité est à peu près le même entre 17° et 26°, cependant légèrement plus élevé à 22°. Il est atteint d'autant plus lentement que la température est moins élevée, mais la chute d'activité est alors plus lente. Au-dessus de 26°, l'activité est faible et baisse brusquement. A ces températures élevées on n'observe pas de pigmentation rouge. Une baisse de pH du milieu précède l'apparition de l'activité ; elle est d'autant plus lente que la température est plus basse, mais le pH atteint le même minimum (fig. 24).

La température optimum pour la production d'antibiotique est donc légèrement inférieure à celle de l'optimum de développement. La température de 23-24° a été retenue pour la culture en vue de l'extraction de la substance active.

b) Influence de l'âge de la culture

Pour le milieu STS 50, à la température de 24°, l'optimum de production est atteint selon les boîtes, entre 14 et 18 jours. L'activité du jus peut être décelée dès le 8e jour d'incubation (fig. 25). Après le 18e jour on assiste à une baisse

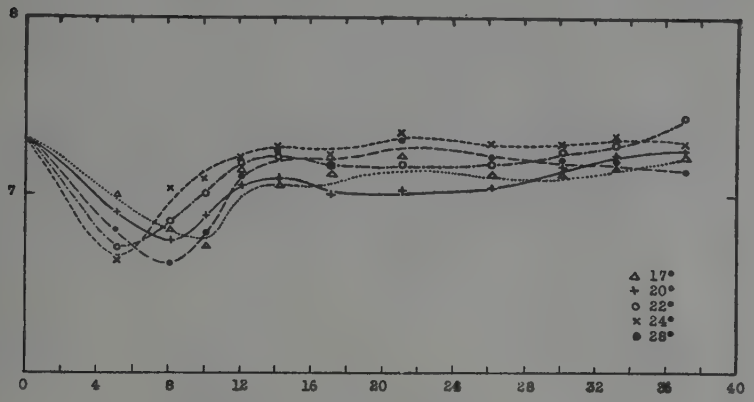


FIG. 24. — Variations du pH aux différentes températures.
En ordonnée : pH
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

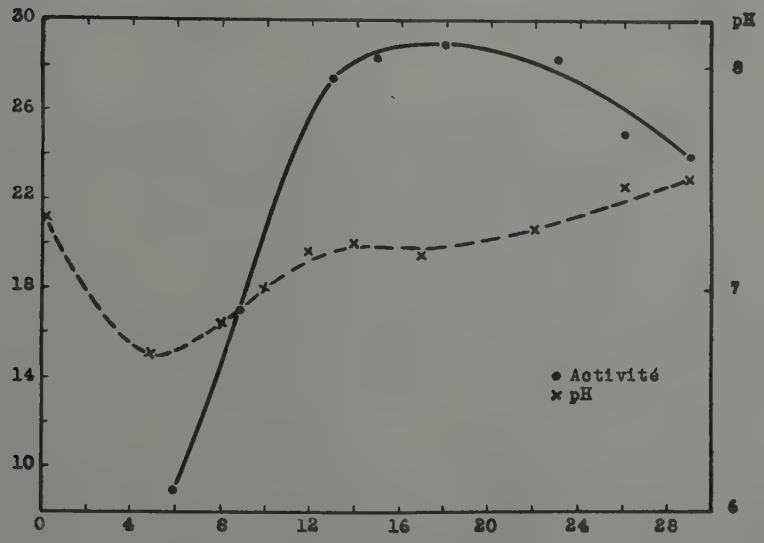


FIG. 25. — Influence de l'âge de la culture sur l'activité antibiotique du substrat (milieu STS 50).
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

lente d'activité. Cette chute est d'ailleurs en relation avec les modifications de concentration en sucres et de pH, comme nous le verrons bientôt.

c) **Influence du pH initial**

On a étudié l'influence du pH initial entre pH 2 et pH 10,5.

Le milieu STS 50 a été réparti en boîtes de Roux à raison de 330 ml et ajusté à différents pH à l'aide de : ClH N/1, ClH N/10, NaOH N/1.

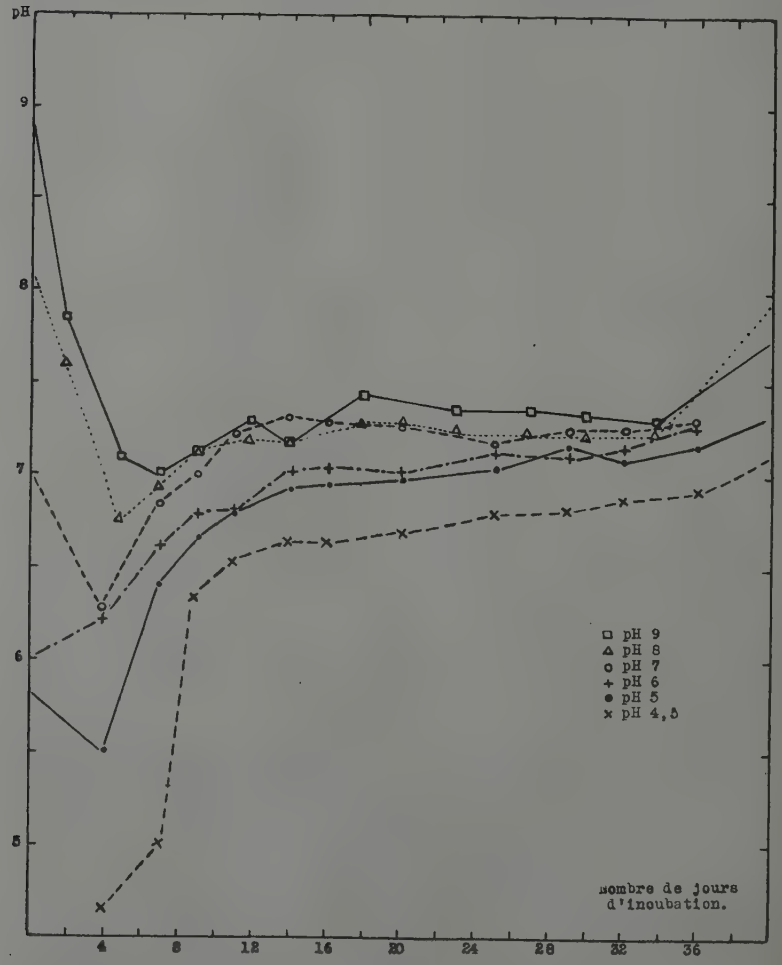


FIG. 26. — Régulation du pH pour différents pH initiaux du milieu STS 50.

Les résultats obtenus sont représentés graphiquement dans les figures 26 et 27.

Le mycélium se développe seulement entre pH 3,9 et pH 9.

On observe une variation du pH au cours du développement du champignon. Pour des pH initiaux supérieurs à 7, on constate une chute entre 6,5 et 7, suivie d'une remontée lente. Pour les pH initiaux inférieurs à 6,5, le pH s'élève pour atteindre une zone de régulation entre pH 6,5 et 7,5.

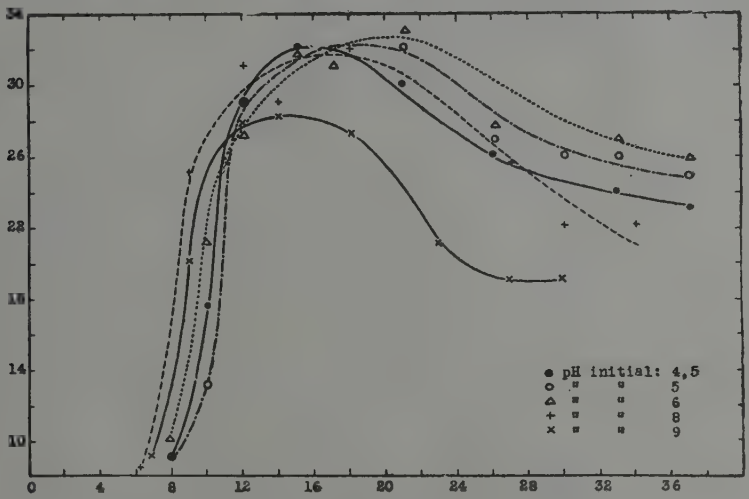


FIG. 27. — Influence du pH initial sur l'activité antibiotique de la souche CD 32 sur milieu STS 50
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

L'activité du champignon n'apparaît qu'entre ces limites (pH 6,5 à 7,5). Dans cette zone les variations de pH sont faibles pendant la phase de croissance active du champignon, mais la régulation semble rompue lorsque la résistance de l'organisme aux produits de son métabolisme cesse, comme l'a montré SIDERIS (1925) pour d'autres champignons.

Au départ, on aura donc intérêt à ajuster les pH des différents milieux entre 6,5 et 7,5 quoique pour des pH initiaux compris entre 4,5 et 6,5 l'activité obtenue est sensiblement la même.

Par contre, pour un pH initial de 8 et surtout de 9, l'activité est beaucoup plus faible et sa chute plus rapide.

Lorsque la croissance du champignon touche à sa fin, le pH du milieu monte au-dessus de 7,5 et l'activité diminue.

d) **Influence de la concentration en sucres**

La concentration en sucres a une grande influence sur la production d'antibiotique. En utilisant comme milieu de base une décoction de pomme de terre

à 200 g/l, nous avons fait varier les concentrations en saccharose de 5 à 150 g/l. (Le milieu de base contient d'ailleurs des quantités faibles de sucres réducteurs, quantités variables avec la saison : 2 à 5 g/l.)

Pour chacun des milieux, l'activité a été suivie en même temps que les variations de pH, la consommation de sucres (dosage des sucres réducteurs après hydrolyse par la méthode de HAGEDORN-JENSEN) et le poids de mycélium.

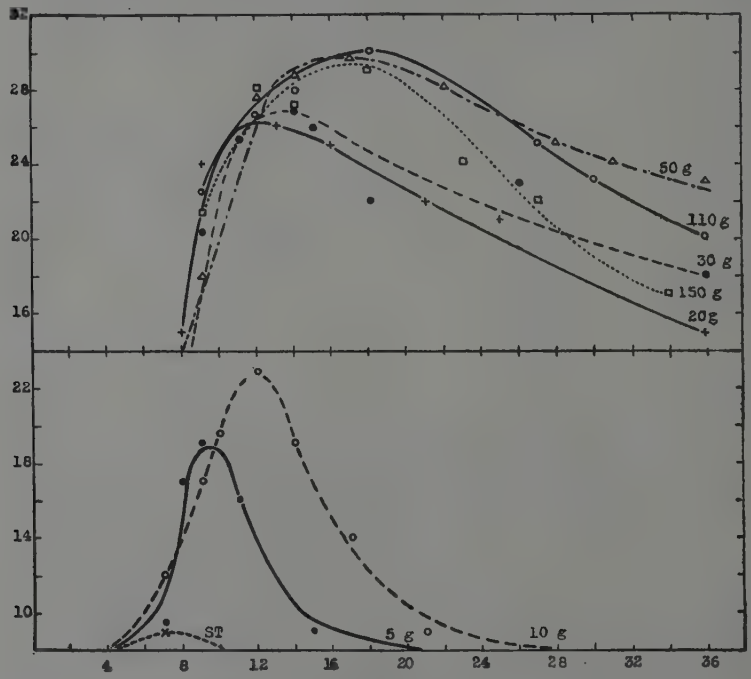


FIG. 28. — Variations de l'activité antibiotique du milieu de culture à base de pomme de terre en fonction de la concentration en saccharose.

En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

Les principaux résultats sont condensés dans le figure 28.

Comme dans le milieu STS 50, l'activité dans tous les milieux débute lorsque le pH atteint une zone de régulation comprise entre pH 6,5 et 7, quelle que soit la concentration en sucres.

L'élévation de pH du milieu, en fin de croissance, est d'autant plus rapide que la concentration en sucre est plus faible. Aux concentrations élevées, le pH varie peu par suite de l'accumulation probable d'acides organiques ; ceci est favorable au maintien de l'activité.

La croissance du mycélium entre dans sa phase logarithmique lorsque le pH de régulation est atteint. Le poids de mycélium croît en fonction de la concentration en sucres.

La consommation des sucres est rapide et totale pour des milieux contenant jusqu'à 40 g/l, mais pour des concentrations supérieures, après un certain temps, elle se ralentit considérablement et une partie importante reste dans le jus de culture pendant un temps assez long (fig. 29).

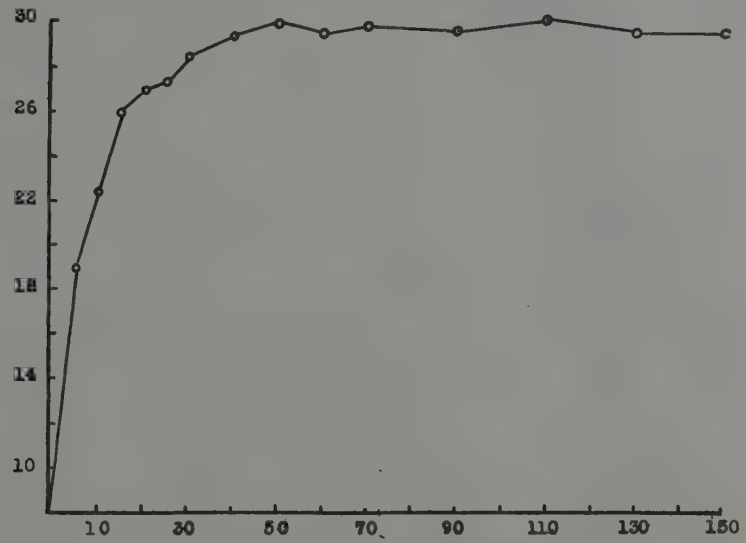


FIG. 29. — Courbe des activités maxima en fonction de la concentration en sucres.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Saccharose g/l

Le maximum d'activité augmente avec la concentration en sucres jusqu'à 50 g/l ; au-dessus il ne varie plus. Il est atteint en un temps d'autant plus long que la concentration en sucres est plus élevée (ex. : 9 jours pour 5 g/l ; 18 jours pour 70 g/l).

Il n'y a donc pas intérêt à augmenter la concentration en saccharose au-dessus de 50 g/l.

e) **Influence de la source hydro-carbonée**

Tous les sucres essayés, hexoses (glucose, mannose et galactose), diholosides réducteurs (maltose et lactose), employés aux mêmes concentrations, donnent les mêmes résultats que le saccharose, au point de vue de l'activité et des variations de pH (fig. 31 et 32).

Cependant, alors que les milieux à base de glucose, mannose, galactose,

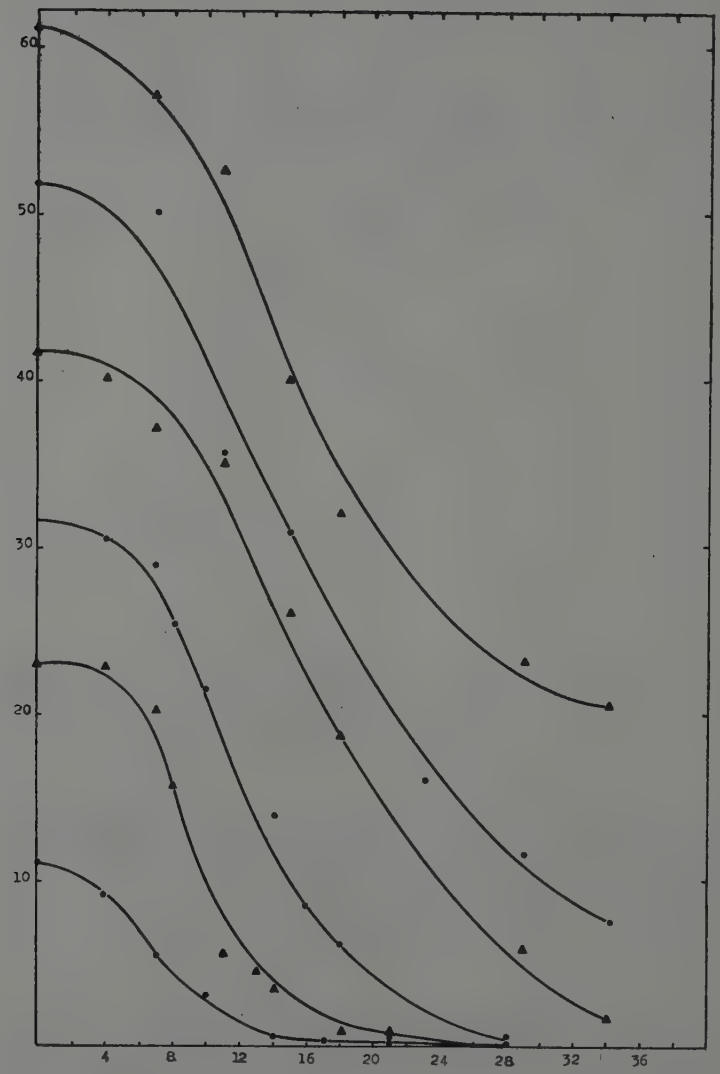


FIG. 30. — Consommation des sucres dans le temps en fonction de la concentration initiale.

En ordonnée : Sucres réducteurs en mg/l.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

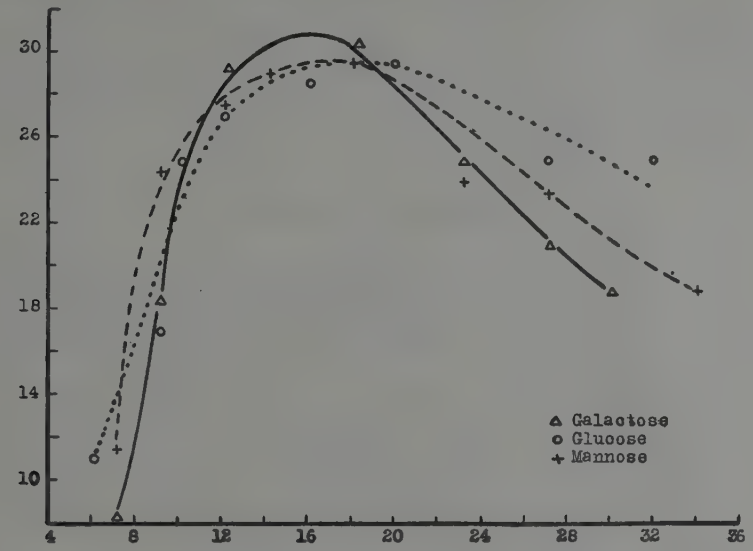


FIG. 31. — Activité antibiotique de l'*Alternaria Solani* en présence de différents hexoses.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

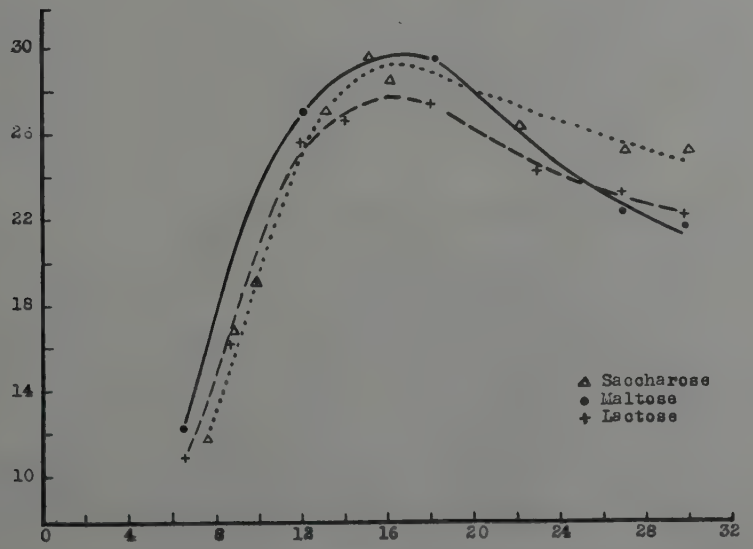


FIG. 32. — Activité antibiotique de l'*Alternaria Solani* en présence de différents diholosides.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

saccharose et maltose se colorent en rouge brun au cours de la croissance du mycélium et de l'élévation de pH, le milieu à base de lactose garde sa couleur primitive ambre clair. Le pigment ne semble pas se former en milieu lactosé, bien qu'il apparaisse en présence des deux oses réducteurs, glucose et galactose, produits de son hydrolyse.

f) **Influence de la source azotée**

Sur milieu de CZAPEK modifié (NO_3Na 3 g, PO_4HK_2 1 g, ClK 0,5 g, SO_4Mg 0,5 g, 10 gouttes de solution de BERTHELOT modifiée [1]), saccharose 40 g), l'*Alternaria* se développe normalement mais sa production antibiotique est faible (voir plus loin fig. 34).

Si l'on remplace le NO_4Na par une source d'azote ammoniacal, par exemple NO_3NH_4 2 g ou tartrate de NH_4 2 g, le champignon se développe très mal. Le pH du milieu baisse très rapidement et le champignon cesse de croître et meurt. Aucune activité antibiotique n'est décelable sur de tels milieux. Il en est de même sur d'autres milieux qui contiennent des sels d'ammonium : RICHARD-LUZ, RAULIN neutre.

Contrairement à certains champignons, comme ceux du genre *Fusarium* par exemple, s'accommodant bien de certains sels d'ammonium, la souche CD 32 semble fort mal utiliser l'ion NH_4 pour son développement.

Si l'on remplace l'azote minéral par une source d'azote organique, la croissance du champignon est assurée. Cependant l'asparagine, à la dose de 1 à 2 g/l, ne s'est pas avérée une bonne source d'aliment quaternaire. Par contre, la peptone assure une bonne croissance et à la concentration de 5 à 10 g/l la substance antibiotique se forme mais en quantité moindre que sur les milieux naturels.

g) **Influence de l'épaisseur du milieu**

On l'a étudiée avec le milieu STS 50 réparti à raison de 100, 200, 300, 400, 500 ml dans des boîtes de Roux placées à 24°.

Pour une faible épaisseur de milieu (100 ml), le pH de régulation est atteint rapidement ; l'activité est décelable dès le 5^e jour, atteint son maximum dès le 13^e jour et décroît très vite en raison de l'augmentation excessive du pH.

Par contre pour un volume de 500 ml, l'ensemble de la courbe d'activité s'étale dans le temps : décelable au 10^e jour, elle atteint son maximum vers le 23^e jour et décroît beaucoup plus lentement que dans le cas précédent.

[1] Voir page 473.

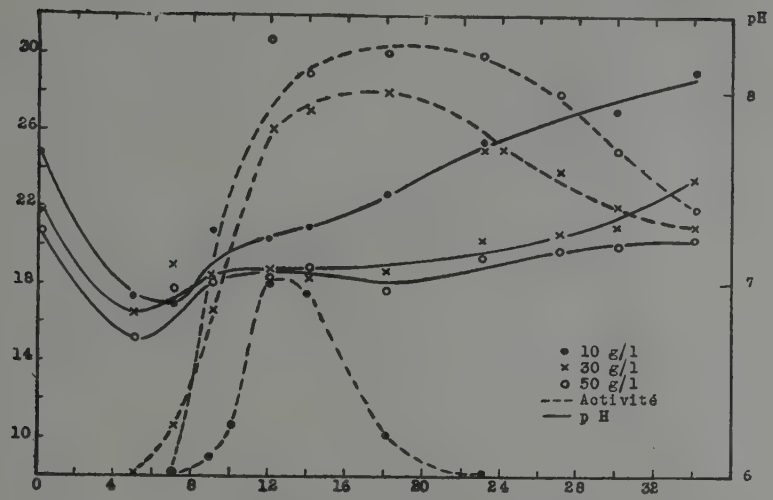


FIG. 33. — Activité antibiotique du milieu à base de pomme de terre lorsqu'on prend le lactose comme source hydrocarbonée.

En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

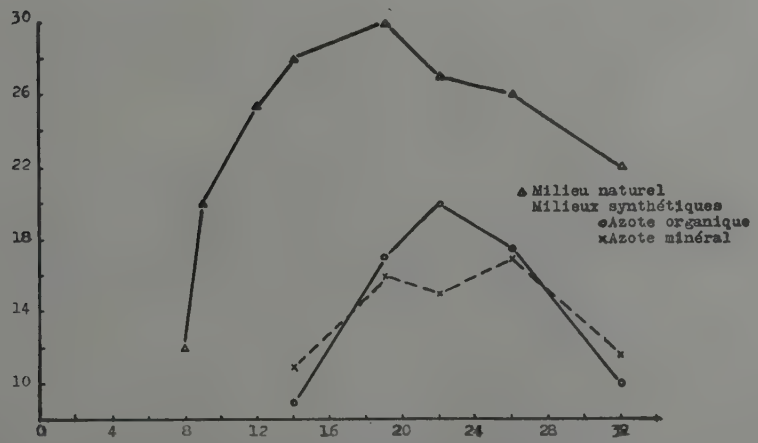


FIG. 34. — Activités comparées de différents milieux synthétiques et d'un milieu naturel (STS 50).

En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

Les graphiques montrent les courbes d'activité pour chaque épaisseur de milieu étudiée (fig. 35).

La quantité moyenne de 300 ml par boîte de Roux permet d'obtenir relativement vite, sans crainte d'une destruction rapide, la substance antibiotique. C'est celle que nous avons adoptée pour la production en vue de l'extraction.

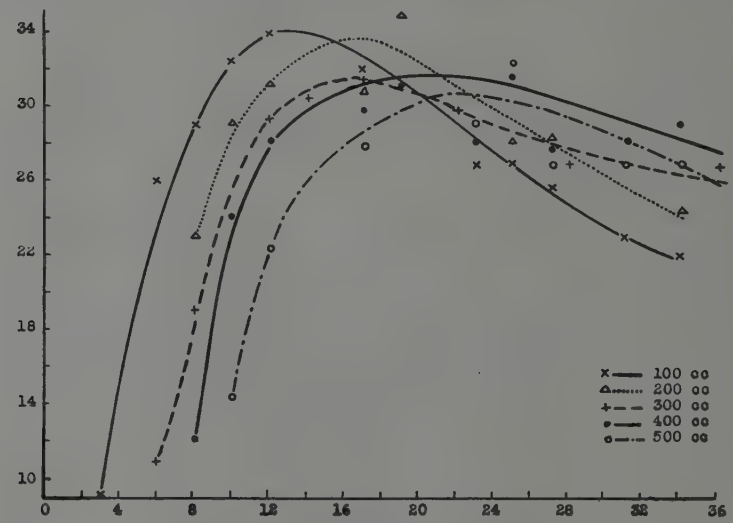


FIG. 35. — Influence de l'épaisseur du milieu sur l'activité antibiotique de la souche CD 32 sur milieu STS 50.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

L'aération du milieu semble avoir une influence sur la rapidité de croissance du mycélium et la production de substance antibiotique. En effet, le milieu ayant la plus faible épaisseur de liquide est le plus aéré et c'est aussi celui dont l'activité est la plus forte et dont l'optimum est atteint rapidement.

Ces observations nous ont incités à améliorer le rendement en antibiotique par l'utilisation de cultures agitées.

h) Influence de l'agitation des cultures [1]

Des essais de cultures agitées ont été entrepris sur un agitateur du type « reciprocal shaker » (FLOREY et ALL., 1949). L'appareil qui permet d'agiter 50 flacons d'Erlenmeyer d'un litre contenant chacun 200 ml de milieu, subit 65-70 oscillations par minute.

[1] Nous remercions M. Zieglé de l'accueil toujours favorable qu'il nous a réservé, et des conseils qu'il a pu nous donner pour l'exécution de ce travail.

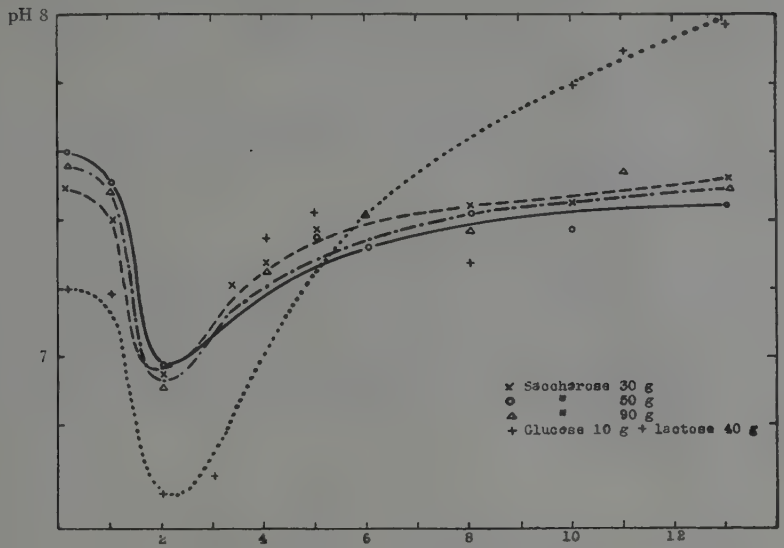


FIG. 36. — Variations du pH en culture agitée pour différents milieux.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

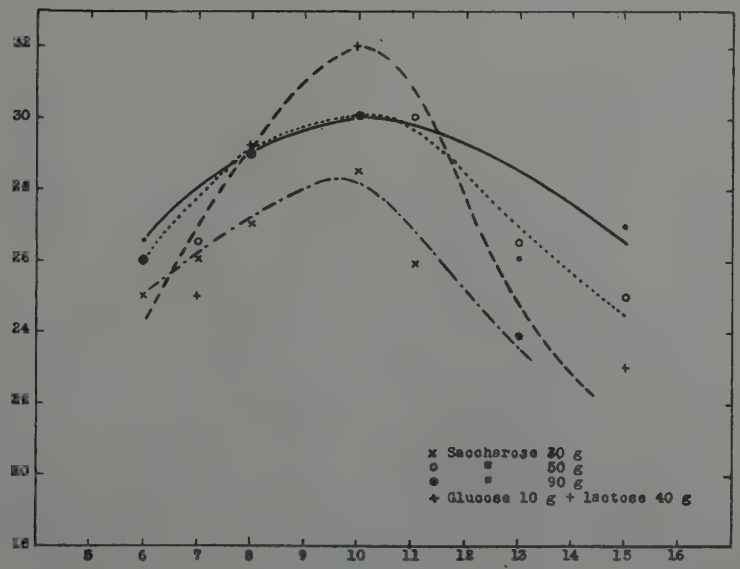


FIG. 37. — Variations de l'activité antibiotique pour différents milieux en culture agitée.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

Les premiers essais ont été réalisés à l'aide de milieux à base de pomme de terre additionnés de saccharose, ou glucose, ou glucose + lactose en quantités variables (jusqu'à 90 g).

Après 30 h d'agitation, de nombreux flocons jaunâtres se forment dans le milieu. Au bout de 48 h avec du lactose, 3 jours avec du saccharose, ces flocons ayant continué à s'accroître. noircissent. Ils finissent par former une masse noirâtre, épaisse et visqueuse.

On n'a pas noté de pigmentation rouge comme dans le cas des cultures de surface.

Les courbes des figures 36 et 37 montrent que les résultats sont encourageants bien que l'appareil ait été placé dans des conditions défavorables de température (variations de 19 à 23°).

Dans ces conditions, nous avons obtenu une réduction de temps de l'ordre de 5 à 6 jours pour atteindre un optimum d'activité égal à celui d'une culture de surface (fig. 38).

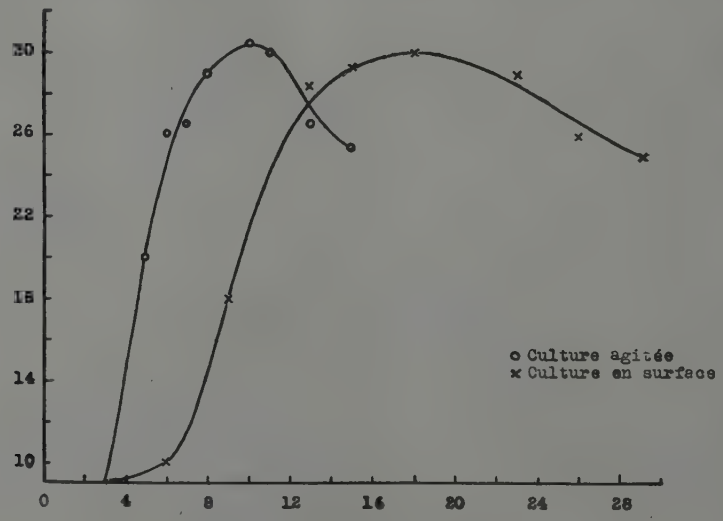


FIG. 38. — Activités comparées d'une culture de surface et d'une culture agitée.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

Les conditions de culture agitée devront être précisées : en particulier, la vitesse d'agitation, point extrêmement délicat. D'autre part, les processus de dégradation et d'utilisation des métabolites sont modifiés par l'agitation ; il sera donc probablement nécessaire de reconsidérer les quantités et les rapports des différents aliments pour obtenir un rendement supérieur à celui de la culture de surface.

i) Influence de la nature du milieu

α) Milieux naturels

Parallèlement au milieu ST à base de pomme de terre, d'autres milieux à base de produits naturels ont été essayés.

Milieu ZM.

Ce milieu contient 100 g de maïs germé par litre sans adjonction de sucre.

Le pH initial de ce milieu est assez bas (4,4) et variable avec la nature du maïs et le temps de germination.

Le mode d'introduction du maïs dans le milieu a une certaine importance. Le graphique n° 39 montre l'activité comparée de 3 milieux : l'un obtenu à partir

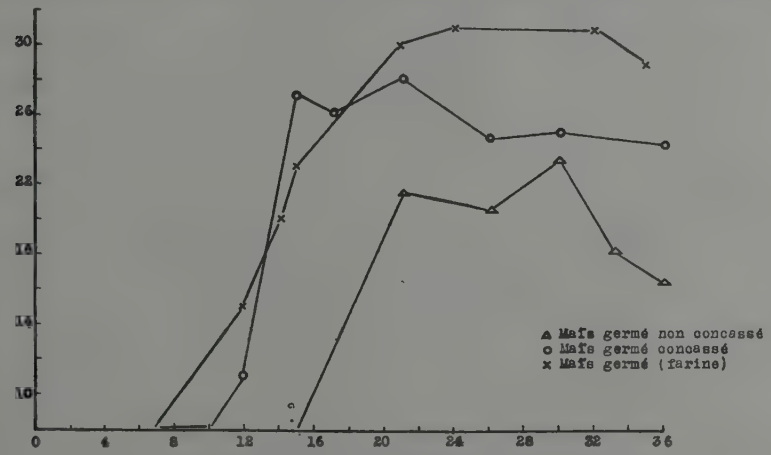


Fig. 39. — Influence de la forme d'introduction du maïs dans un milieu de culture sur la production antibiotique.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

de maïs germé entier, l'autre à partir de maïs germé puis concassé, le 3e à partir de farine de maïs germé. C'est le 3e milieu qui a donné les meilleurs résultats : l'activité est apparue vers le 11e jour et a augmenté jusqu'au 23e jour, le maximum atteint étant égal à celui obtenu avec le bouillon STS 50 ; elle se conserve plus longtemps qu'avec ce dernier milieu, le pH restant d'ailleurs inférieur à 7

Le mélange des deux milieux (ST à 200 g de pomme de terre + ZM à 50 g) n'a pas donné d'aussi bons résultats.

Milieu. BT.

Ce milieu est obtenu en faisant une décoction de betterave à raison de 300 à 500 g de betterave par litre.

Le milieu BT 500 (à 500 g de betterave) renferme 85 à 90 g de sucres réducteurs (dosés par la méthode HAGEDORN), mais sa constitution varie avec la saison comme d'ailleurs dans le cas de la pomme de terre et du maïs ; son pH initial est d'environ 5,5.

L'activité apparaît dès le 6e jour et atteint un maximum vers le 15-16e jour qui est comparable à celui des deux autres milieux (fig. 40).

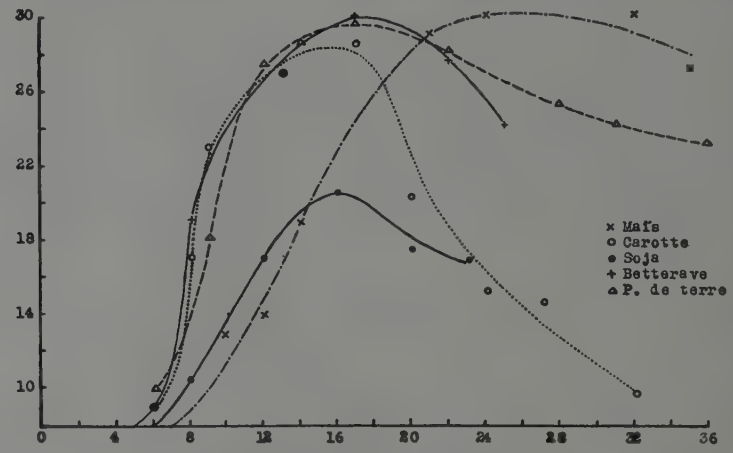


FIG. 40. — Activités comparées de différents milieux naturels.
En ordonnée : Diam. de la zone d'inhibition en mm.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

Milieu DC.

Obtenu à partir d'une décoction de 500 g de carottes par litre, ce milieu contient 20 à 25 g de sucres réducteurs par litre ; son pH initial est d'environ 5,7. L'activité apparaît assez rapidement mais le maximum atteint vers le 12e jour est plus faible qu'avec les milieux précédents. D'autre part, la montée excessive du pH entraîne une chute rapide d'activité.

Il est probable que l'adjonction d'aliments hydro-carbonés, en permettant la formation d'acides organiques, abaisserait le pH, et permettrait ainsi un accroissement de la masse de mycélium et un relèvement du maximum d'activité.

La figure 40 montre également l'activité de milieux à base de farine de blé (50 g/l) et de farine de soya (10 à 40 g/l). Ces milieux semblent moins intéressants.

Les milieux naturels donnent en général d'excellents résultats, mais leur composition variable et souvent mal définie est fort gênante pour l'extraction. Il serait préférable de travailler sur des milieux dont les ingrédients sont parfaitement connus. C'est pourquoi nous avons étudié des milieux entièrement synthétiques.

β) Milieux synthétiques

Différents milieux (Raulin [1], Richard-Luz [2], Czapek [3]) ont été employés. Aucun n'a donné de résultats satisfaisants.

Des milieux à base de corn-steep utilisés dans la production de la Pénicilline, se sont révélés de très mauvais substrats.

Les milieux naturels ont donné de meilleurs résultats, vraisemblablement parce qu'ils contiennent des éléments indispensables à la formation de la substance antibiotique.

En effet, sur Czapek, le champignon croît normalement et le poids de mycélium au bout d'un mois d'incubation est sensiblement égal et même supérieur à celui obtenu sur milieu ST contenant la même quantité de sucres. Si l'on compare l'activité de ces deux milieux, on voit que le diamètre de la zone d'inhibition est de 20 mm pour le Czapek, alors qu'il est de 31 mm pour le STS 50.

Dans le milieu à base de pomme de terre ce sont peut-être certains acides aminés, vitamines (en particulier acide nicotinique, vitamine B_1, vitamine C, riboflavine) ou oligo-éléments qui ont un effet favorable.

Nous avons donc fait des essais en apportant certains de ces éléments au milieu synthétique.

L'adjonction d'oligo-éléments sous forme d'une solution de Berthelot [4] à raison d'un ml par litre de milieu Czapek n'a pas apporté d'amélioration, de même que l'apport de vitamine B_1 et d'acide nicotinique à 10^{-7} par litre. D'autre part, l'asparagine s'est révélée une très mauvaise source d'azote.

Dans ces milieux la coloration rouge décelable sur les milieux naturels en dessous de pH 7,4 n'apparaît pas sauf dans ceux contenant de l'acide nicotinique.

3° Activité et métabolisme :

Il nous a paru intéressant de comparer l'évolution des différents facteurs du métabolisme de la souche CD 32 en culture de surface. Durant la fermentation, les changements de pH, la production d'antibiotique, l'utilisation des métabolites la pigmentation peuvent être divisés en 3 phases.

Dans la première phase, la production d'antibiotique est nulle ou faible ; ceci est en relation avec la phase de latence de la croissance du mycélium. Les sucres sont faiblement métabolisés ; l'acidité du milieu augmente légèrement.

(1) Raulin neutre : tartrate de K neutre 6,5 g ; NO_3NH_4 6,5 g ; PO_4H_2K 0,6 g ; CO_3Mg 0,4g ; SO_4K_2 0,25 g ; SO_4Zn 0,07 g ; SO_4Fe 0,07 g ; silicate de K 0,07 g ; saccharose 70 g, H_2O 1,50 l.

(2) Richard-Luz : NO_3NH_4 10 g ; PO_4H_2K 5 g ; SO_4Mg 2,5 g ; $FeCl_3$ 0,02 g ; glucose 50 g ; H_2O 1 l.

(3) Czapek modifié : NO_3Na 3 g ; PO_4H_2K 1 g ; ClK 0,5 g ; SO_4Mg, $_7H_2O$ 0,5 g ; SO_3Fe 0,01 g ; saccharose 50 g ; H_2O dist. 1 l. Nous avons fait varier la concentration en NO_3Na de 3 à 20 g. Il semble que la dose optimum se situe entre 3 et 5 g.

(4) Solution de Berthelot modifiée :
$(SO_4)_3Fe_2,_9H_2O$: 50 g ; SO_4Mn, $_7H_2O$: 2 g ; IK : 0,5 g ; $Cl_2Ni,_6H_2O$: 0,05 g ; $Cl_2Co,_6H_2O$: 0,05 g ; $_5TiO_2$, SO_3, $_5H_2O$: 0,20 g ; SO_4Zn, $_7H_2O$: 0,10 g ; SO_7Cu, $_5H_2O$: 0,05 g ; SO_3Be, $_4H_2O$: 0,10 g ; BO_3H_3 : 0,05 g ; SO_4H_2 (66° B.) 1 cc ; H_2O dist. 1 l.

Dans la seconde phase la production d'Alternarine croît rapidement : elle est associée à une remontée du pH, à une consommation rapide des sucres et correspond à la phase de croissance exponentielle du mycélium. Le maximum de production est atteint avant pH 7,5, en même temps qu'apparaît dans le milieu une pigmentation rouge orangé.

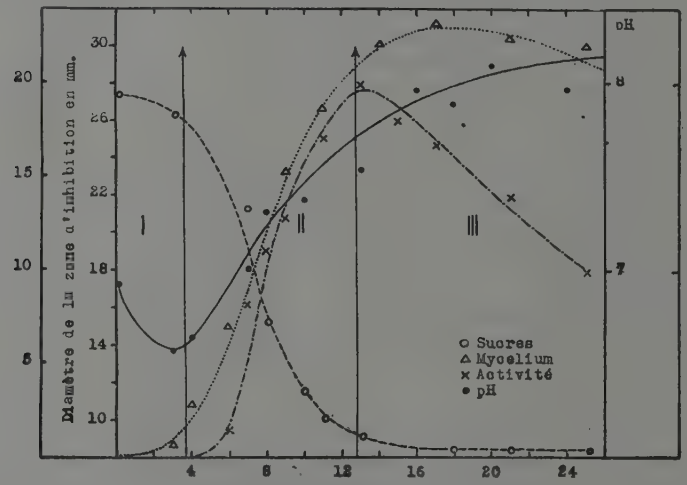


FIG. 41. — Les trois phases du métabolisme de l'*Alternaria Solani* CD 32.
En ordonnée : à gauche, Concentration en sucres en g/l. — à droite, Poids de mycélium sec en g.
En abscisse : Nombre de jours d'incubation.

La troisième phase est caractérisée par une chute de l'activité antibiotique. Parallèlement se poursuit l'élévation de pH dans la zone alcaline et l'augmentation de la pigmentation. La faible quantité de sucres restants est utilisée lentement. Le poids de mycélium décroît légèrement par suite d'autolyse.

Ces 3 phases sont représentées graphiquement dans la figure 41.

VIII. — SPECTRE D'ACTIVITÉ DE L'ALTERNARINE.

Par la méthode de VINCENT nous avons vérifié l'activité de l'Alternarine sur les souches qui s'étaient montrées sensibles au jus de culture. La figure 42 met en évidence l'action de 200 µg d'Alternarine par confettis après 24 h d'incubation à 24°C, sur une de ces souches, le *Bacillus alvei*.

Mais pour les dosages quantitatifs d'activité nous avons préféré utiliser la méthode des dilutions en milieu liquide.

1° Activité « in vitro » par la méthode des dilutions.

Dans des tubes de 18 mm de diamètre, on a réalisé des concentrations de 1 µg, 2 µg, 5 µg, 10 µg, 20 µg, 50 µg, 100 µg et 200 µg au centimètre cube dans 5 ml d'eau peptonée.

A partir de 20 µg au ml, l'Alternarine produit un trouble qui s'accentue lorsque la concentration s'élève. Au-dessus de 200 µg au ml., il est difficile d'apprécier un trouble bactérien ; c'est la raison pour laquelle nous n'avons pas travaillé à des concentrations supérieures.

L'eau peptonée contenait 10 g de peptone Uclaf, 2 g de glucose et 5 g de chlorure de sodium pour 1 litre d'eau distillée. Parallèlement, d'autres essais ont été effectués dans le même milieu auquel on avait ajouté 2,5 p. 100 de sérum.

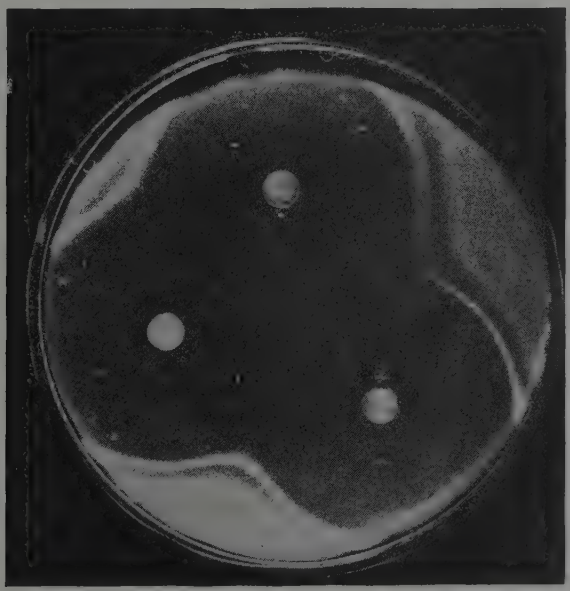


FIG. 42. — Action de l'Alternarine sur le *Bacillus alvei* par la méthode de Vincent.
(Photo Faivre-Amiot)

Les tubes ont été ensemencés avec 1/20 ou 1/40 de ml d'un bouillon d'une culture de 24 h ou de 48 h. Au bout de 18 h, 24 h, 42 h et 48 h, on a apprécié le trouble correspondant au développement bactérien et on l'a représenté par un nombre de croix plus ou moins grand suivant son intensité.

Les résultats moyens pour 4 à 8 répétitions après 24 h d'incubation à 37° (48 h pour le genre *Mycobacterium*), sont donnés dans le tableau VIII pour l'essai dans l'eau peptonée et dans le tableau IX pour le même milieu additionné de 2,5 p. 100 de sérum.

Ces résultats montrent que le spectre de l'Alternarine est assez limité, mais qu'il s'étend cependant à des bactéries gram positives et gram négatives.

Parmi les bactéries gram positives, *Bacillus anthracis* est inhibé, en milieu peptoné, à 20 µg/ml, *Bacillus mesentericus* à 50 µg ml, *Bacillus mycoïdes* à

TABLEAU VIII

Activité de l'Alternarine dans l'eau peptonée

Germes	Inoculum		Conc. de l'Alternarine en µg/ml.						
	Age	Conc.	Tem.	1	10	20	50	100	200
Aerobacter aerogenes	24 h	1/200	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Agrobacterium tumefaciens	»	»	++	++	++	++	++	++	
Bacillus anthracis	24 h	1/100	++++	++++	++++	o	o	o	o
Bacillus mesentericus	»	1/200	++++	++++	++++	++++	o ou +	o	o
Bacillus mycoïdes	»	1/100	+++	+++	o ou +	o	o	o	o
Bacillus subtilis	»	1/200	++++	++++	++++	++++	o	o	o
Brucella suis	»	1/100	++	++	o ou +	o	o	o	o
Corynebacterium cutis commune	»	»	++	++	++	o	o	o	o
Eberthella thyphosa	»	1/200	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Erwinia carotovora	»	»	+++++	+++++	+++++	+++++	++++	++++	++++
Erwinia phytophthora	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Escherichia coli	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Klebsiella pneumoniae	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Mycobacterium phlei	48 h	»	+	++	+++	++	o ou δ	o ou δ	o
Mycobacterium (L 619)	»	»	+	+++	+++	+++	o ou δ	o ou δ	o
Mycobacterium (Se 26)	»	»	+	+++	+++	++	o ou δ	o ou δ	o
Mycobacterium de Bailly	»	»	+	+++	+++	+++	o ou δ	o ou δ	o
Pasteurella cholerae gallinarum	24 h	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Proteus vulgaris	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Pseudomonas angulata	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Pseudomonas flacumfaciens	»	»	++	++	+	o	o	o	o
Pseudomonas malvacearum	»	»	++	++	++	++	o	o	o
Pseudomonas tabaci	»	»	++	++	++	++	++	++	++
Sarcina lutea	»	»	++	++	++	++	+	o	o
Salmonella enteritidis	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Salmonella Schottmulleri	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Salmonella typhi-murinum	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Shigella	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Staphylococcus albus	»	»	++++	++++	++++	++++	o ou +	o	o
Staphylococcus aureus	»	»	++++	++++	++++	++++	+ ou o	o	o
Streptococcus faecalis	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Streptococcus hemolyticus	»	»							
Vibrio cholerae	»	»	+++	+++	+++	+++	o	o	
Xanthomonas campestris	»	»	+++	+++	+++	+++	+++	o	

(*) Ces souches bactériennes nous ont été fournies par l'Institut Pasteur que nous remercions bien vivement.

20 µg/ml, *Bacillus subtilis* à 50 µg/ml, *Corynebacterium cutis commune* à 20 µg/ml, *Sarcina lutea* à 100 µg/ml, *Staphylococcus albus* à 50 ou 100 µg/ml, *Staphylococcus aureus* à 50 ou 100 µg/ml.

Parmi les bactéries gram négatives, *Brucella suis* est inhibé à 10 ou 20 µg/ml, *Pseudomonas malvacearum* à 50 µg/ml, *Vibrio cholerae* à 50 µg/ml, *Xanthomonas campestris* à 100 µg/ml.

Pour certains germes du genre *Mycobacterium* (*M. phlei*, L 619, Se 26, M. de Bailly), on observe un retard dans leur croissance à partir de 50 µg/ml, pendant 3 ou 4 jours. Parfois, ces bactéries sont complètement inhibées à 200 µg/ml.

Tableau IX

Activité de l'Alternarine dans l'eau peptonée additionnée de 2,5 p. 100 de sérum

Germes	Inoculum		Concent. de l'Alternarine en µg/ml.						
	Age	Conc.	Tem.	1	10	20	50	100	200
Aerobac er aerogenes	24 h	1/200	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Agrobacterium tumefaciens	»	»	++	++	++	++	++	++	
Bacillus anthracis	24 h	1/100	++++	++++	++++	++++	++++	+	o
Bacillus mesentericus	»	1/200	++++	++++	++++	++++	++++	+++	o ou +
Bacillus mycoïdes	»	1/100	++++	++++	++++	++++	o ou +	o	o
Bacillus subtilis	»	1/200	++++	++++	++++	++++	++++	+++	o ou +
Brucella suis	»	1/100	++	++	++	++	o ou +	o	o
Corynebacterium cutis commune	»	»	+++	+++	+++	+++	+++	o	o
Eberthella thyphosa	»	1/200	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Erwinia carotovora	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Erwinia phytophthora	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Escherichia coli	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Klebsiella pneumoniae	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Mycobacterium phlei	48 h	»	++	++	++	++	++	++	++
Mycobacterium (L 619)	»	»	++	++	++	++	++	++	++
Mycobacterium (Se 26)	»	»	+++	+++	+++	+++	+++	+++	+++
Mycobacterium de Bailly	»	»	++	++	++	++	++	++	++
Pasteurella cholerae gallinarum	24 h	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Proteus vulgaris	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Pseudomonas angulata	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Pseudomonas flacumfaciens	»	»	++	++	++	++	++	++	+ ou —
Pseudomonas malvacearum	»	»	++	++	++	++	++	++	+ ou —
Pseudomonas tabaci	»	»	++	++	++	++	++	++	
Sarcina lutea	»	»	++	++	++	++	++	+	
Salmonella enteritidis	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Salmonella Schottmulleri	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Salmonella typhi-murinum	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Shigella	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Staphylococcus albus	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	+	o
Staphylococcus aureus	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	+	o
Streptococcus faecalis	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Streptococcus hemolyticus	»	»	++++	++++	++++	++++	++++	++++	
Vibrio cholerae	»	»	+++	+++	+++	+++	++	+	
Xanthomonas campestris	»	»	+++	+++	+++	+++	+++	+++	

Par contre, aux concentrations de 1 à 20 µg/ml, après 48 h, le développement de ces bactéries semble être stimulé.

L'activité de l'Alternarine est réduite par le sérum. C'est ainsi qu'en présence de 2,5 p. 100 de sérum, le *Bacillus anthracis* n'est inhibé qu'à 200 µg/ml et le *Brucella suis* à 50 ou 100 µg/ml.

D'ailleurs, comme le montrent les expériences suivantes, l'eau peptonée, elle-même, a une action défavorable sur l'Alternarine, et l'addition d'une certaine quantité de sérum à l'eau peptonée diminue considérablement l'activité en fonction du temps.

2° Diminution de l'activité de l'Alternarine en fonction du temps en présence d'eau peptonée et d'eau peptonée additionnée de sérum

Nous avons montré que l'incorporation de peptone au milieu gélosé inhibe en partie l'action du jus brut.

Si l'on refait la même expérience en remplaçant le jus brut par de l'Alternarine le résultat est le même. Par exemple, dans le cas du *Bacillus subtilis*, par la méthode d'HEATLEY, sur milieu gélose pomme de terre à 10 p. 100 de saccharose, après 24 h, la zone d'inhibition était de 7 mm. lorsque l'Alternarine était en solution dans un bouillon de pomme de terre à 20 p. 100 de saccharose à la concentration de 100 µg/ml, tandis que l'action était nulle si l'on remplaçait le bouillon de pomme de terre par de l'eau peptonée.

En milieu liquide, plusieurs essais montrent que la concentration doit augmenter en fonction du temps d'incubation pour obtenir une inhibition totale de la bactérie, dans l'eau peptonée seule ou en présence de sérum.

TABLEAU X

Diminution de l'activité de l'Alternarine en fonction de la durée d'incubation et de la quantité de sérum

germe test : *Brucella suis* (souche 5600 I. P.)

(*inoculum* : 1/20 de ml d'une culture de 24 h pour 5 ml de bouillon)

Milieu	Durée d'incubation	Concentration de l'Alternarine en µg/ml.							
		Tém.	1	5	10	20	50	100	200
Eau peptonée	18 heures	++	++	++	o	o	o	o	o
	24 —	++	++	++	o	o	o	o	o
	42 —	+++	+++	+++	++	o	o	o	o
	48 —	++++	++++	++++	+++	o	o	o	o
	8 jours	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++	o
Eau peptonée + 0,5 % de sérum	18 heures	++	++	++	++	++	o	o	o
	24 —	++	++	++	++	++	o	o	o
	42 —	+++	+++	+++	+++	+++	o	o	o
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	o	o	o
	8 jours	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Eau peptonée + 2,5 % de sérum	18 heures	++	++	++	++	++	o	o	o
	24 —	++	++	++	++	++	o	o	o
	42 —	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	o
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
	8 jours	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Eau peptonée + 5 % de sérum	18 heures	++	++	++	++	++	+	ε	o
	24 —	++	++	++	++	++	++	++	o
	42 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
	8 jours	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++

On voit que dans l'eau peptonée l'inhibition du *Brucella suis* est totale après 24 h pour une concentration d'Alternarine de 10 µg/ml, tandis que pour obtenir le même résultat après 42 h il faut 20 µg/ml, et après 8 jours 200 µg/ml.

D'autre part, dans les mêmes conditions, les concentrations en Alternarine doivent augmenter avec la proportion de sérum ajouté. Ainsi, pour obtenir une inhibition totale après 24 h, il faut 50 µg/ml en présence de 0,5 p. 100 de sérum et 200 µg/ml avec 5 p. 100 de sérum.

Des résultats du même ordre ont été obtenus avec *Bacillus mycoïdes*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Vibrio cholerae* et *Bacillus anthracis*.

La destruction de l'Alternarine a aussi été mise en évidence en comparant des cultures ensemencées aussitôt après l'incorporation de l'Alternarine au milieu, à d'autres ensemencées 24 h plus tard, comme le montre le tableau XI dans le cas du *Bacillus anthracis*.

TABLEAU XI

Diminution de l'activité de l'Alternarine en présence de peptone en fonction du temps séparant la mise en solution de l'ensemencement

germe test : *Bacillus anthracis*

(*inoculum* : 1/20 de ml d'une culture de 24 h pour 5 ml d'eau peptonée)

Expériences	Durée d'incubation	Conc. de l'Alternarine en µg/ml.							
		Tém.	1	5	10	20	50	100	200
I	18 heures	+++	+++	+++	±	o	o	o	o
	24 —	+++	+++	+++	+++	o	o	o	o
	42 —	++++	++++	++++	++++	++	o	o	o
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	o	o	o
II	18 heures	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	o
	24 —	+++	+++	+++	+++	+++	+++	++	o
	42 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++

I. Ensemencement aussitôt après la mise en solution de l'Alternarine dans l'eau peptonée.
II. Ensemencement après avoir laissé les solutions d'Alternarine pendant 24 heures à 37°.

3° Influence de divers milieux de culture sur l'activité de l'Alternarine.

Suivant le milieu utilisé pour le développement de la bactérie test, l'activité de l'Alternarine varie considérablement, comme le montrent les résultats du tableau XII dans le cas du *Staphylococcus aureus*.

TABLEAU XII

Influence du milieu de culture sur l'activité de l'Alternarine.
germe test : *Staphylococcus aureus*
(*inoculum* : 1/40 de ml d'une culture de 24 h
pour un tube de 5 ml d'eau peptonée).

Milieu de culture	Durée d'incubation	Conc. de l'Alternarine en µg/ml.				
		Tém.	10	20	50	100
Bouillon de pomme de terre glucosé (S.T.)	18 heures	++	++	o	o	o
	24 —	+++	+++	o	o	o
	42 —	+++	+++	o	o	o
	58 —	+++	+++	o	o	o
S.T. + 2,5 p. 100 d'extrait globulaire	18 heures	++	++	o	o	o
	24 —	++	++	o	o	o
	42 —	+++	+++	o	o	o
	48 —	+++	+++	o	o	o
S.T. + 2,5 p. 100 de sérum	18 heures	+++	+++	++	++	o
	24 —	++++	++++	++++	++++	+
	42 —	++++	++++	++++	++++	++
	48 —	++++	++++	++++	++++	++
Sauton + 2 p. 100 glucose + 2,5 p. 100 d'extrait globulaire	18 heures	++	+	o	o	o
	24 —	++	++	++	o	o
	42 —	++	++	++	o	o
	48 —	++	++	++	o	o
Eau peptonée	18 heures	+++	+++	+++	o	o
	24 —	++++	++++	++++	+	o
	42 —	++++	++++	++++	++	o
	48 —	++++	++++	++++	+++	o
Eau peptonée + 2,5 p. 100 de sérum	18 heures	+++	+++	+++	+++	o
	24 —	++++	++++	++++	++++	+
	42 —	++++	++++	++++	++++	++++
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++

On constate que l'Alternarine est stable dans un bouillon de pommes de terre glucosé ou dans le même milieu en présence de 2,5 p. 100 d'extrait globulaire. Par contre, l'activité est plus faible et diminue dans le temps avec les milieux renfermant de la peptone, du sérum et dans le milieu de Sauton additionné de 2 p. 100 de glucose et de 2,5 p. 100 d'extrait globulaire.

Des résultats analogues ont été obtenus en prenant le *Bacillus subtilis* comme organisme test.

4° Influence des températures élevées sur l'activité de l'Alternarine en milieu peptoné.

L'Alternarine en solution dans l'eau peptonée perd une partie de son activité à l'ébullition, ou par passage à l'autoclave à 120° pendant 20 minutes (Tableau XIII).

TABLEAU XIII

Influence de la température sur l'Alternarine en solution dans l'eau peptonée
germe test : *Brucella suis* (5.600 I. P.)
(*inoculum* : 1/20 de ml d'une culture de 24 heures
dans un tube de 5 ml d'eau peptonée)

Conditions d'expériences	Durée d'incubation	Concentration de l'Alternarine en µg/ml.							
		Tém.	1	5	10	20	50	100	200
Témoins	18 heures	++	++	++	o	o	o	o	o
	24 —	++	++	++	o	o	o	o	o
	42 —	+++	+++	+++	++	o	o	o	o
	48 —	++++	++++	++++	++++	o	o	o	o
	3 jours	++++	++++	++++	++++	+++	o	o	o
	8 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	o
	15 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	o
Solutions portées 15' à 100° au bain-marie	18 heures	++	++	++	++	++		o	o
	24 —	++	++	++	++	++	++	o	o
	42 —	++	++	++	++	++	++	o	o
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+	o
	3 jours	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+
	8 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
	15 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++
Solutions portées 20' à 100° à l'autoclave	18 heures	++	++	++	++	++	++	+	o
	24 —	++	++	++	++	++	++	++	o
	42 —	++	++	++	++	++	++	++	o
	48 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	o
	3 jours	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+
	8 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++
	15 —	++++	++++	++++	++++	++++	++++	++++	+++

IX. — TOXICITÉ DE L'ALTERNARINE SUR LES ANIMAUX ET SUR LES PLANTES

1° Étude de la toxicité de l'Alternarine sur les animaux (1)

Des essais préliminaires de toxicité ont été entrepris sur des souris de laboratoire.

260 mg de substance purifiée ont été dissous dans 1 ml d'alcool absolu, puis amenées à 20 ml par 19 ml d'eau bidistillée. La solution obtenue a été filtrée sur amiante et diluée 3 fois.

0,5 ml de cette dernière dilution a été injecté dans la veine caudale de 3 souris de 20 g. Parallèlement une solution contenant la même quantité d'alcool absolu a été injectée à 3 souris témoins.

(1) Nous remercions M. ZIEGLÉ qui a bien voulu se charger du contrôle de la toxicité sur les animaux.

Si l'on a remarqué un très léger choc dû à la présence d'alcool dans la solution chez les 6 souris, aucun effet toxique n'a été enregistré dans les conditions ci-dessus.

2° Étude de la toxicité de l'Alternarine sur les plantes

On a étudié en serre l'action de l'Alternarine sur les organes aériens de quelques plantes, par pulvérisation et par instillation. D'autre part, on a jugé l'influence du traitement de graines, par des solutions d'Alternarine, sur la faculté germinative. Enfin on a suivi la germination de graines sur un milieu renfermant des quantités variables d'Alternarine.

a) Action sur la plante en cours de végétation

1° *Par pulvérisation.* — Le jus brut d'une culture d'*Alternaria Solani*, sur milieu pomme de terre, âgée de 14 jours, et une solution d'Alternarine à 100 mg/l, ont été pulvérisés sur des plantes de *Solanum Lycopersicum* (stade 4 feuilles), de *Nicotiana Tabacum* (8-12 feuilles), *Phaseolus vulgaris* (4 feuilles), *Pelargonium zonale* (adultes), *Brassica oleracea* (4 mois) ; les observations faites après 24 h, 48 h, 6 jours, 10 jours et 15 jours n'ont révélé aucune action phytocide.

2° *Par instillation.* — On a enfoncé dans les tissus de la base de tiges de *Nicotiana Tabacum*, de *Pelargonium zonale*, de *Brassica oleracea* de même origine que dans l'expérience précédente, l'extrémité d'une pipette renflée en ampoule contenant 2 ml du jus de culture filtré ou d'une solution d'Alternarine à 100 mg/l.

Au niveau de la piqûre on a observé vers le 6e jour une nécrose avec dépression des tissus, dans le cas de *Nicotiana Tabacum*, puis du 15e au 25e jour, un jaunissement et un dessèchement des feuilles de la base, progressant vers le haut. Le 30e jour, seul le bouquet terminal était encore vert, mais il commençait à se flétrir.

Par contre aucun symptôme externe ne s'est manifesté chez *Pelargonium zonale* et *Brassica oleracea*.

b) Influence du traitement des graines sur la faculté germinative

On a comparé en terrines ou sur buvard, le pourcentage de germination de graines de Tomate, Luzerne, Lupin, Haricot, Blé, Orge et Colza, ayant trempé pendant des durées variables (20 mn, 4 h, 24 h) dans des jus de culture d'*Alternaria Solani*, ou dans une solution à 200 mg/l d'Alternarine, à des graines témoins semées directement ou après trempages dans de l'eau du robinet.

Essais en terrines. — On a utilisé un jus d'une culture d'*Alternaria* sur milieu STS 50, âgée de 18 jours, pour traiter les graines de Tomate (var. Joffre)

et de Luzerne (var. Puits) et âgée de 20 jours pour les graines de Lupin blanc et de haricot (var. Prodige de Courtry). Toutes les graines traitées ont été lavées à l'eau du robinet puis ressuyées pendant 12 h avant la mise en germination.

On a fait 4 répétitions de 100 graines pour chaque lot.

Le pourcentage de graines ayant germé a été établi après 45 jours pour la Tomate et la Luzerne et après 20 jours pour le Lupin et le Haricot.

Essais sur buvard. — On a utilisé les jus d'une culture sur milieu STS 50 âgée de 21 jours. Les grains de Blé (var. Renfort), d'Orge (var. Hâtif de Grignon) et de Colza (var. Alsace) ont été préparés dans les mêmes conditions que pour les essais en terrines.

Les résultats des 2 essais sont consignés dans le tableau XIV.

TABLEAU XIV

Essais de toxicité sur la germination des graines (moyenne des 4 répétitions)

Conditions d'expériences	Graines utilisées	Durée de trempage	Pourcentage de graines germées.			
			Sol, d'Alternarine	Jus de culture	Eau du robinet	Témoin non traité
en terrine	Tomate	20 mn	13	21	16	11
		4 h	17	29	20	
		24 h	25	29	29	
» »	Luzerne	20 mn	29	29	31	37
		4 h	29	38	26	
		24 h	25	28	37	
» »	Lupin	20 mn	86	88	94	88
		4 h	84	82	88	
		24 h	84	88	92	
» »	Haricot	20 mn	76	80	78	74
		4 h	74	82	82	
		24 h	70	66	50	
sur buvard	Blé	20 mn	82	78	83	81
		24 h	84	85	82	
» »	Orge	20 mn	80	81	83	81
		24 h	79	80	76	
» »	Colza	20 mn	91	92	93	90
		24 h	93	95	93	

On peut constater que le trempage soit dans l'eau du robinet, soit dans le jus de culture ou dans la solution d'Alternarine a été favorable à la germination des graines de Tomate. Par contre, il a été défavorable pour les graines de Haricot, avec l'eau du robinet, car dans ce cas il a favorisé le développement de moisissures ou de bactéries.

Les jus de culture d'*Alternaria Solani* et la solution d'Alternarine, n'ont eu aucune action toxique sur la germination des graines.

c) Germination de graines sur milieu renfermant de l'Alternarine

Dans un essai, on a fait germer des graines de Colza, après les avoir lavées à l'eau stérile, sur un milieu gélose pomme de terre (témoin) et sur le même milieu additionné de quantités variables d'Alternarine.

Le nombre de plantules obtenues pour 100 graines de chaque lot est donné ci-après :

Concentration d'Alternarine en mg/l	Nombre de plantules obtenues pour 100 graines
1	52
10	62
20	56
50	50
100	54
200	7
500	0
Témoin	58

On voit qu'à 200 mg/l d'Alternarine et au-dessus, le milieu devient impropre à la germination.

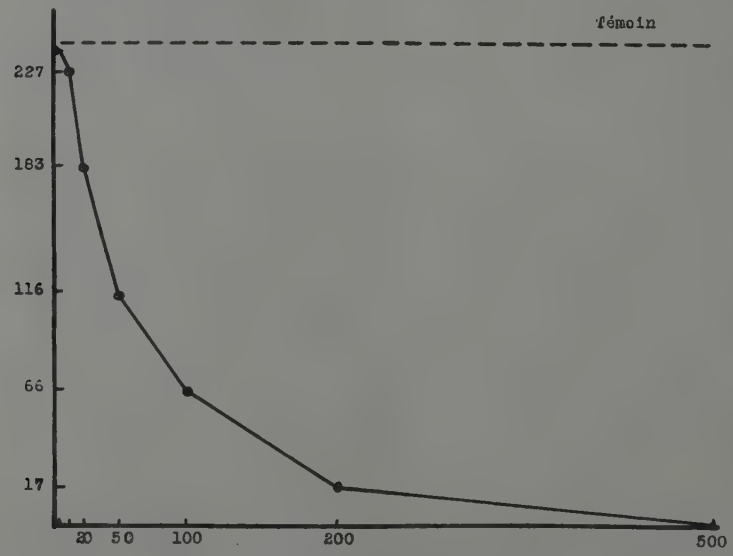


Fig. 43. — Toxicité de l'Alternarine sur la germination des graines de Colza (mensuration des plantules).

En ordonnée : Hauteur des plantules en mm.
En abcisse : Concentration en mg/l.

La taille des plantules obtenues a été mesurée 6 jours après la mise en germination. Elle diminue en fonction de la concentration comme l'exprime le graphique de la figure 43.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Une souche d'*Alternaria Solani* (E. et M.) JONES et GROUT, dont les caractères culturaux sont étudiés, a montré une action antagoniste importante sur des bactéries phytopathogènes, comme *Xanthomonas malvacearum*, *Pseudomonas Medicaginis*, *Pseudomonas Mori*, *Xanthomonas Phaseoli*, sur des bactéries pathogènes de l'Homme et des Animaux (*Bacillus alvei*, *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus albus*, *Streptococcus hemolyticus*, *Mycobacterium Phlei*, *Mycobacterium grasbacillus*), sur des bactéries et actinomycètes saprophytes et sur des champignons phytopathogènes (*Sclerotinia Libertiana* et *Endothia parasitica*). Des actions antagonistes réciproques ont été mises en évidence.

Le jus de culture de la souche d'*Alternaria* s'est montré actif sur les germes précités et sur d'autres essayés : parmi les bactéries, *Corynebacterium sepedonicum*, *Corynebacterium flaccumfaciens*, *Pseudomonas angulata* et parmi les champignons, *Armillariella mellea*, *Botrytis Allii*, *Sclerotinia minor* et *Sclerotium Rolfsii*.

Du jus de culture, on a pu extraire plusieurs substances. La plus active sur les bactéries a été appelée Alternarine. On l'a obtenue par chromatographies sur alumine, après avoir agité le jus avec un solvant non miscible à l'eau (éther, benzène, chloroforme), et desséché l'extrait brut.

L'Alternarine se présente sous la forme d'une gomme dure, incolore, très peu soluble dans l'eau, insoluble dans l'éther de pétrole et l'hexane, très soluble dans le benzène, le chloroforme, l'éther, l'acétone, l'acétate d'éthyle, l'acétate d'amyle et les alcools. Elle est très stable à l'air et conserve une partie de son activité en solution diluée, même après chauffage à l'autoclave à 120°.

Une autre substance, obtenue à l'état cristallisée, sous la forme de fines aiguilles, s'est montrée active à 100 µg/ml sur le *Sclerotinia fructigena* et le *Sclerotium Rolfsii*. Elle est différente de l'acide alternarique décrit par BRIAN et ALI.

D'autres substances extraites : corps rouge, corps jaune etc. n'ont pas montré d'action antibiotique.

L'étude de la formation de l'Alternarine, par une méthode test décrite, a permis de définir les conditions optima : température (23-24°), âge de la culture (14-18 jours), pH initial (6,5-7,5), concentration en saccharose (50 g/l), et l'influence de la source hydrocarbonée (tous les sucres essayés donnent le même résultat), de la source azotée (production faible avec l'azote minéral, normale avec une source d'azote organique), de l'épaisseur du milieu (intérêt d'utiliser 300 cc par boîte de Roux), de l'agitation des cultures (opitimum d'activité en 5 ou 6 jours), de la nature des milieux (naturels et synthétiques).

Le spectre d'activité de l'Alternarine est assez limité, mais il s'étend cependant à des bactéries gram positives et gram négatives. Parmi les bactéries gram positives, *Bacillus anthracis* est inhibé, en milieu peptoné, à 20 µg/ml,

Bacillus mesentericus à 50 µg/ml, *Bacillus mycoïdes* à 20 µg/ml, *Corynebacterium cutis commune* à 20 µg/ml, *Staphylococcus aureus* à 50 ou 100 µg/ml.

Parmi les bactéries gram négatives, *Brucella suis* est inhibé à 10 ou 20 µg/ml, *Xanthomonas malvacearum* à 50 µg/ml, *Vibrio cholerae* à 50 µg/ml et *Xanthomonas campestris* à 100 µg/ml.

L'activité de l'Alternarine est réduite par le sérum. Elle diminue aussi en fonction du temps en présence de peptone ou de sérum.

Elle est stable dans un bouillon de pommes de terre glucosé ou dans le même milieu en présence de 2,5 p. 100 d'extrait globulaire.

Il ne semble pas que l'Alternarine soit très toxique sur les Animaux. L'injection de 0,5 ml d'une solution contenant 2,1 mg d'Alternarine par ml dans la veine caudale de la souris n'a produit aucun effet toxique.

Sur diverses plantes, des pulvérisations d'une solution à 100 mg/l n'ont révélé aucune action phytocide. Par instillation, la même solution a causé un flétrissement sur le *Nicotiana Tabacum*, mais aucun symptôme externe sur *Pelargonium zonale* et *Brassica oleracea*.

Les graines de diverses plantes n'ont pas souffert d'un trempage de 24 h dans le jus de culture d'*Alternaria Solani* ou dans une solution d'Alternarine à 200 mg/l ; mais un milieu renfermant 200 mg/l d'Alternarine est impropre à la germination.

En raison de son activité et de sa faible toxicité, l'Alternarine mérite d'être essayée *in-vivo*, notamment sur des animaux contre le *Brucella suis* et sur des plantes, soit pour la désinfection de semences, soit pour le traitement des organes aériens.

Reçu pour publication le 22 avril 1952.

BIBLIOGRAPHIE

(1) ANGELL (H. R.). — Purple blotch of onion (*Macrosporium Porri* ELL.) *Journ. Agric. Res.*, 38, p. 467-487, 1929.
(2) BONET-MAURY. — L'enregistrement photométrique du mode d'action des antibiotiques. *Bull. Acad. Med.*, 131, p. 221-224, 1947.
(3) BRIAN (P. W.), CURTISS (P. J.), HEMMING (H. G.), UNWIN (C. H.) et WRIGHT (J. M.). — Alternaric acid, a biologically active metabolic product of the fungus *Alternaria Solani*. *Nature*, 164, N° 4169, p. 534, 1949.
(4) BRIAN (P. W.). — Antibiotics produced by fungi. *Bot. Rev.*, 27, 6, p. 357-430, 1951.
(5) DARPOUX (H.) et FAIVRE-AMIOT (A.). — Actions antagonistes de divers micro-organismes sur les agents phytopathogènes. *C. R. Acad. Agriculture de France*, 35, p. 266-269, 1949.
(6) DARPOUX (H.) et FAIVRE-AMIOT (A.). — Recherches sur les antagonismes microbiens et sur les substances antibiotiques. Essais d'application dans la lutte contre les maladies des plantes. *Rev. de Patho. Vég. et d'Entomo. Agric.*, t. XXIX, p. 102-114, 1950.
(7) DARPOUX (H.), FAIVRE-AMIOT (A.) et ROUX (L.). — Sur un nouvel antibiotique, l'Alternarine, et quelques autres substances extraites de cultures d'une souche d'*Alternaria Solani*. *C. R. Acad. Sciences*, t. 230, p. 993-995, 1950.
(8) DILLON WESTON (W. A. R.). — The sporulation of *Helminthosporium Avenae* and *Alternaria Solani* in artificial culture. *Trans. Brit. Mycol. Soc.*, 20, p. 112-115, 1936.
(9) FLOREY et al. — Antibiotics, London, 1950.
(10) KUNKEL (L. O.). — A method of obtaining abundant sporulation in cultures of *Macrosporium Solani*. *Brooklyn Bot. Gard. Mem.*, I, p. 306-312, 1918.

(11) MAC CALLAN (S. E. A.) et CHAN (Shuk Yee). — Inducing sporulation of *Alternaria Solani* in culture. *Contr. from Boyce Thompson Institute*, Vol. 13, p. 323-335, 1944.
(12) MAC CALLAN (S. E. A.) et WELLMAN (R. H.). — A greenhouse method of evaluating fungicides by means of tomato foliage diseases. *Contr. from Boyce Thompson Institute*, Vol. 13, p. 93-134, 1944.
(13) NEERGARD (P.). — Alternaria and Stemphylium. *Oxf. Univ. Press.*, 1945.
(14) POUND (G. S.) et STAHMANN (M. A.). — The production of a toxic material by *Alternaria Solani* and its relation to the early blight disease of tomato. *Phytopatho.*, 41, 12, p. 1104-1114, 1951.
(15) RAMSEY et BAILEY. — Effects of ultra-violet radiation upon sporulation in *Macrosporium* and *Fusarium*. *Bot. Gaz.*, 89, p. 113-136, 1930.
(16) RANDS (R. D.). — The production of spores of *Alternaria Solani* in pure culture. *Phytopatho.*, VII, p. 316-317, 1917.
(17) SIDERIS (C. P.). — Studies on the behavior of *Fusarium cromyophthoron* in carbohydrates, glucosides, proteins and various decoctions, with a discussion on the « isometabolic point » of substances. *Phytopatho.*, XV, p. 129-154, 1925.
(18) ZACHA (V.). Morfologicke zmèny na myceliu houby *Alternaria Porri* f. *Solani* Neeg., zpusobené jistym antagonistickym mikroorganismem. *Sborn. Ceskoslov. Akad. Zem.*, 22, n° 35, p. 675-679, 1950.

RECHERCHES SUR LA CERCOSPORIOSE DE L'ARACHIDE EN MOYENNE CASAMANCE

PAR

J. CHEVAUGEON

Laboratoire de Pathologie végétale de l'Institut d'Enseignement et de Recherches tropicales d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire).

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Les facteurs climatiques et les conditions de culture de l'Arachide en Moyenne Casamance.

II. — La Cercosporiose.

III. — Etude statistique de la sensibilité variétale.

IV. — Influence des pratiques culturales sur le développement de C. personata.

a) date du semis.
b) densité du semis en lignes simples ou jumelées.
c) fumures calciques seules ou associées à N. P. K.
d) recherches d'un équilibre N. P. K.
e) apport d'oligo-éléments.

V. — Essai de lutte contre la Cercosporiose.

I. — LES FACTEURS CLIMATIQUES ET LES CONDITIONS DE CULTURE DE L'ARACHIDE EN MOYENNE CASAMANCE

La maladie des taches brunes de l'arachide est l'affection la plus commune de cette plante en Afrique Occidentale ; de la Côte d'Ivoire au Soudan, en passant par le Sénégal, nous l'avons reconnue partout, mais nulle part avec une intensité aussi préjudiciable qu'en Moyenne Casamance.

Dans cette région de forêts dégradées à Parinari excelsa ou à Daniella, à climat subguinéen, la culture de l'arachide n'est possible que pendant l'hivernage.

Au mois de mai, les vents d'Est, secs et chauds, dominent encore. La température est élevée (31°C) et la nébulosité très faible. Mais l'humidité relative de l'air s'élève peu à peu et à la fin du mois, les premières pluies, très légères (21,4 mm en 1951) apparaissent.

En juin, la pression des vents d'Ouest s'accroît, l'humidité relative augmente, ainsi que la nébulosité. Le recul de l'harmattan s'accompagne de tornades. Le volume des pluies atteint 143,7 mm et la température moyenne baisse : 28°6. C'est le mois des semailles.

En juillet, la mousson avance lentement (241,8 mm de pluie), l'humidité relative et la nébulosité s'accroissent, la température baisse encore : 26°8.

En août, cette année, les vents d'Ouest ont été déviés et la dominance est passée au Sud ; les précipitations sont moyennes : 393,4 mm, la nébulosité forte.

Au mois de septembre, le vent de mousson semble s'être épuisé par suite de l'opposition incessante du Nord et de l'Est. Déjà le ciel se nettoie, mais l'humidité demeure forte. La dominance est toujours Sud, mais il se produit de faibles incursions d'Ouest. La pluviométrie baisse (168,1 mm), la nébulosité décroît et la température moyenne commence à remonter : 27°6.

Contrairement à ce qu'on pouvait attendre, le régime de mousson s'est poursuivi en octobre avec un regain de vigueur. Les vents sont demeurés du Sud, avec quelques périodes calmes, la nébulosité s'est accrue à nouveau. Le regain de mousson a augmenté les précipitations : 288,1 mm. Le sol est alors saturé, une intense végétation spontanée, où domine Pennisetum violaceum, envahit les cultures sarclées et contribue à maintenir un climat très favorable aux maladies cryptogamiques. La température moyenne est de 26°6.

Au début de novembre, des vents d'Est et du Nord marquent la fin de l'hivernage ; quelques tornades apportent encore 46,8 mm d'eau. La récolte peut alors commencer (1).

II. — LA CERCOSPORIOSE

Ces conditions climatiques, température moyenne sans grandes variations nycthémérales, humidité moyenne élevée et saturation pendant de longues périodes favorisent particulièrement le développement de la cercosporiose.

Elle y est provoquée essentiellement par le *Cercospora personata* (B. et C.) Ell. et Ev mais le *Cercospora arachidicola* Hori n'y est pas rare. Ce dernier parasite s'est surtout développé, cette année, sur des variétés hâtives ; sur la variété M' Bambey 28-206, en grande culture, seulement 1,2 p. 100 des nécroses pouvaient lui être imputés en septembre.

Les taches brunes de la maladie sont bien connues : pour *C. personata*, brun clair à la face supérieure, d'un brun plus sombre à la face inférieure, par suite du développement des fructifications ; plus grandes pour *C. arachidicola* et, dans ce cas, plus sombres à la face supérieure qu'à la face inférieure.

Les caractères des spores les distinguent encore plus nettement :

pour *C. personata* : conidies claires, 1-7 septées, 18-64 × 5,4-10,8 μ,

pour *C. arachidicola* : conidies claires, 4-12 septées, 37-108 × 2,7-5,4 μ.

(1) Renseignements communiqués par G. Martin, chef de la Section agronomique de la Station Expérimentale de Séfa (Casamance).

Bien que le *C. personata* soit l'agent essentiel de la cercosporiose en Casamance, il n'agit pas toujours seul. Il n'est souvent que l'élément dominant d'un complexe parasitaire *Cercospora-Colletotrichum* plus dangereux que les parasites agissant isolément.

Le léger halo chlorotique qui entoure la partie du limbe desséchée et brunâtre où s'est implanté le *C. personata* s'élargit souvent anormalement et atteint 4 à 5 mm ou bien va jusqu'à couvrir un tiers à un quart de la foliole. En même temps, au contact immédiat de la tache brune cercosporienne, apparaît une nécrose d'abord gris mêlé de jaune, puis gris brun, de plus en plus brune, circulaire ou ovale et, dans ce dernier cas, son plus grand axe est parallèle aux nervures traversées. Entre le cinquième et le septième jour, les premiers acervules noirs du *Colletotrichum* se différencient à la face supérieure.

La nécrose propre au *C. personata* s'étend moins que lorsque ce parasite agit seul ; elle dépasse rarement 2,5 mm de diamètre. Elle est bientôt complètement noire et sèche, et non pas brune. Les conidiophores sont moins nombreux et les conidies mûres sont plus rares : le *C. personata* est, en quelque sorte, stérilisé. Parasite strict, il est incapable de vivre aux dépens de tissus déjà envahis par le *Colletotrichum*. Or, celui-ci, très rapidement, le ceinture : les acervules se multiplient sur la plage périphérique brun grisâtre, sèche, qui, vers le dixième jour, peut déjà couvrir la moitié de la foliole. Cette surface morte est elle-même entourée d'une zone non desséchée, plus claire, brun rouge à brun jaune, passant insensiblement au jaune chlorotique à la périphérie.

Au stade ultime de l'infection, toute la foliole est tuée. On distingue encore la nécrose initiale due au *Cercospora personata*, mais l'ensemble est brun grisâtre, sec, ridé, recroquevillé, comme brûlé, marqué de lignes plus sombres irrégulièrement concentriques ou parallèles aux nervures et particulièrement riches en acervules.

L'aspect macroscopique des dégâts est comparable à celui qu'entraîne le *Phyllosticta* cf. *sojaecola*, mais il existe cependant des caractères distinctifs. Le *P.* cf. *sojaecola* débute toujours par le bord du limbe et souvent par son sommet ; la nécrose due au complexe *Cercospora-Colletotrichum* débute en un point quelconque. La partie centrale de la tache du *P. sojaecola* est de teinte uniforme ; celle du complexe présente toujours une petite plage brun noir ou noire où s'est produite l'attaque initiale.

La prédilection des acervules du *Colletotrichum* pour le voisinage des nervures est expliquée par le mode d'extension de ce parasite. Les hyphes progressent en effet essentiellement par le liber des faisceaux conducteurs, surtout à la phase de développement rapide de la chlorose. Le bois est alors intact, les parenchymes sont sans turgescence mais le cytoplasme n'est pas détruit.

Les cellules libériennes sont envahies par un mycélium hyalin, uniquement intra-cellulaire, de 1,6 à 2 μ de diamètre. Ensuite, par les espaces inter-cellulaires, elles gagnent les parenchymes mais ne deviennent que tardivement intra-cellulaires. Ces hyphes cloisonnées, hyalines, ont un diamètre compris

entre 1,6 et 5,0 μ ; par les pétioles, elles gagnent la tige mais parcourent rarement plus d'un à deux centimètres sur celle-ci.

Sur les deux faces de la feuille, le stroma formé au niveau des épidermes rompt la cuticule et fructifie : acervules rosâtres ou noirs, lenticulaires ou allongés, de 67 à 160 μ de diamètre, formés de cellules courtes, larges de 2,0 à 5,7 μ, portant une palissade de sporophores hyalins, cylindriques, atténués au sommet : **9**,0-14,5 × 3,2-5,2 μ.

Spores acrogènes, hyalines, cylindriques-arrondies, ovalaires, ou, plus rarement, lageniformes : 13,0 × 3,75 (9,8-16,4 × 3,2-4,6) μ.

Soies absentes, rares ou nombreuses, entières ou uniseptées, brunes, la cellule basale étant souvent plus claire et étranglée : 62-215 × 3,6-5,7 μ à la base, et 1,8-3,8 à l'apex. L'étranglement de la base peut être dû au fait que la soie semble être, comme chez *Colletotrichum manihotis* Henn., un sporophore transformé.

Aucune espèce du genre *Colletotrichum* n'avait été décrite sur l'*Arachis hypogea*. En 1927, il a été signalé, en Russie, un *Colletotrichum* sp., sans précision, et Leach, en 1941, à la Jamaïque, a attribué une flétrissure du feuillage à un *Gloeosporium* sp. Mais quatre espèces comparables par certains de leurs caractères ont été récoltées sur des légumineuses : *C. cajani* Rangel, *C. crotalariae* Petch, *C. gliricidiae* Sydow et *C. trifolii* Bain.

Toutefois, le *C. cajani* possède des acervules olivacés et des soies ne dépassant pas 60 μ ; les spores du *C. crotalariae* sont plus larges (5 μ) et les soies sont plus courtes (70 μ) ; les spores du *C. gliricidiae* ont des dimensions analogues à celles de notre espèce, mais Sydow précise « conidiophoris brevissimis » ; les soies du *C. trifolii* sont à la fois plus courtes et plus larges.

C'est pourquoi nous avons proposé, ailleurs, de nommer cette espèce *Colletotrichum Mangenoti* sp. nov.

Le *Colletotrichum Mangenoti* n'apparaît jamais seul. Il ne se développe que sur des arachides déjà affaiblies, sur les folioles attaquées localement par le *Cercospora personata* ou sur les sommités de plants atteints de flétrissure généralisée sous l'action du *Corticium Rolfsii*. Mais ses dégâts sont rapidement plus étendus que ceux des parasites qui lui ont ouvert la voie.

Atteinte de pourriture du collet, l'arachide répond par la néoformation de racines et peut survivre, au moins un temps, à une attaque du *Corticium Rolfsii*. Mais sa perte est irrémédiable si le *C. Mangenoti* envahit son feuillage. Attaquée par le *Cercospora personata* seul, les folioles ne perdent totalement leur fonction chlorophyllienne qu'à la suite d'infestations répétées : il faut jusqu'à 18 taches pour tuer une foliole. Mais une seule nécrose, peu grave en elle-même car elle ne dépasserait pas 12 mm_2, suffit pour introduire le *Colletotrichum Mangenoti* qui détruit tout le limbe.

C'est cependant toujours un parasite secondaire et c'est contre ses introducteurs qu'il convient de lutter.

Nous avons exposé ailleurs les moyens de lutte contre le *Corticium Rolfsii*,

dont les débris ligneux de la forêt constituent, dans les parcelles cultivées, des réservoirs naturels. Dans le cas du *C. personata*, la forêt ne peut être incriminée. Les quelques centaines de travaux originaux suscités par la pathologie de l'arachide n'ont jamais fait mention d'une telle possibilité de conservation sur des plantes spontanées. Par contre, les travaux anciens insistent sur le rôle d'intermédiaires entre deux campagnes que jouent les pieds issus de graines demeurées en terre après la récolte.

Ce phénomène se produit certainement en Casamance, mais les spores qui adhèrent aux graines et surtout les débris d'arachide demeurés sur le sol jouent un rôle prépondérant. Ceci est démontré par l'étude comparative des indices d'infection dans les parcelles jusqu'à cette année vierges d'arachide et dans celles qui ont déjà porté une récolte.

Cet indice d'infection pourrait être établi en comptant le nombre des feuilles des pieds infectés et celui des pieds sains, puisque *C. personata* entraîne la chute prématurée du feuillage, mais, en Casamance, à aucun moment, il n'est possible de rencontrer des plants exempts d'attaque.

On pourrait encore déterminer le nombre total de taches sur un pied, mais, pour que les résultats obtenus soient significatifs, il faudrait en prélever un grand nombre. Or, cela n'est pas possible partout ; en particulier, dans les carrés ou dans les blocs d'essais agronomiques, il n'est pas souhaitable de modifier le nombre des pieds dans des parcelles de surface réduite, sous peine de fausser les analyses statistiques des récoltes.

Nous avons donc choisi de déterminer l'indice d'infection en établissant le nombre moyen de taches de cercosporiose par foliole ou par feuille ou encore par groupe de feuilles. Les prélèvements ne portant plus que sur quelques feuilles par pied, il devient possible, de les multiplier en les effectuant sur un grand nombre de plants, au moins une centaine par parcelle élémentaire.

Mais les feuilles choisies ne peuvent être quelconques ; des feuilles d'âges différents ne peuvent être comparées. Les plus basses sont les plus attaquées, mais elles sont moribondes et souvent envahies par des saprophytes qui rendent les comptages précis impossibles. Les plus jeunes, au sommet, peuvent paraître indemnes, alors que des nécroses sont en période d'incubation depuis un temps indéterminé.

Nous avons donc choisi de prélever les feuilles à un niveau constant, où les nécroses sont bien développées sans pour cela entraîner encore des chutes de folioles trop importantes. La cinquième et la sixième feuilles ouvertes, à partir du sommet, nous ont fourni les indices les plus significatifs. La quatrième feuille présentant encore trop d'infections latentes, n'a permis de déceler aucune différence valable dans un essai de dates de semis échelonnées, alors qu'un comptage ultérieur sur les cinquième et sixième réunies a révélé l'intérêt des semis simultanés, comme nous le verrons plus loin.

L'étude statistique des indices d'infection sur des sols de la Station Expérimentale de Séfa (Casamance) en première et en seconde année de culture

d'arachide démontre le rôle prepondérant joué par les débris de l'année précédente dans la transmission de la cercosporiose. Les semis spontanés n'ont pu servir de réservoirs car le sol a été parfaitement nettoyé avant le semis. Les spores fixées aux semences ont eu un rôle d'importance égale dans les deux groupes de parcelles, les semences provenant d'un lot unique. Cependant, une foliole de sixième rang présentait, en moyenne, 1,66 taches de cercosporiose 38 jours après le semis sur les sols en première année d'arachide contre 3,06 taches sur les sols en seconde année. L'infection est donc plus grave en début de campagne quand des arachides ont été cultivées au même lieu l'année précédente.

Mais quels sont les facteurs de dispersion des spores à partir de ces foyers ?

Les insectes ? Leur rôle n'a pu être démontré et il ne saurait être essentiel. La pluie ? Elle lave les feuilles, détache les spores et ruisselle. Elle entraîne donc des spores du sommet vers la base des plants, les transmet de l'un à l'autre par éclaboussement et, suivant les lignes de pente, peut les emporter à quelque distance.

Mais la dispersion à grande distance est due au vent et plus particulièrement aux vents de mousson qui règnent en juillet et en août. Le vent d'Est, qui intervient jusqu'à fin juin, souffle sur des sols où les débris de l'année précédente ont été légèrement enfouis par les façons culturales qui précèdent le semis ou sur des plantules encore saines ou ne portant que des nécroses jeunes et peu productrices de spores. En juillet, puis en août, au contraire, la cercosporiose est bien installée et les stromas produisent un nombre de spores considérablement plus élevé.

Ceci est démontré par les indices d'infection. Ainsi, le 31 août, les comptages effectués dans un essai comparatif de variétés d'huilerie, d'Ouest en Est, indiquent pour la variété M'Bambey 28-206, en moyenne :

— 4,59 taches par feuille à quatre folioles dans la première répétition située la plus à l'ouest de la Station Expérimentale ;

— 8,18 dans la deuxième ;

— 10,88 dans la troisième ;

— 12,76 taches dans la quatrième répétition, la plus à l'Est.

De même, en grande culture, dans la parcelle n° 81 de la première unité de culture de la Compagnie générale des Oléagineux tropicaux, les lignes semées contre le rideau forestier Ouest sont moins attaquées que les lignes semées à l'opposé, au voisinage du brise-vent Est : indice moyen d'infection pour une feuille de sixième rang : 6,02 à l'Ouest, 11,43 à l'Est.

Dans ce dernier exemple, le rideau Ouest a servi de protection contre les spores venues de la parcelle n° 80, contigüe au côté Ouest.

Dans le premier exemple, il n'y avait pas d'obstacles très importants au voisinage immédiat des premières lignes de variétés d'huilerie à l'Ouest de la Station Expérimentale, mais les parcelles de grande culture les plus proches à l'Ouest sont situées à plus de 500 m de distance. Il y a donc quelque indication

que le transport massif des spores par les vents ne peut avoir lieu que sur des distances plus faibles.

L'intérêt des brise-vents contre la dispersion des spores est encore montré par la faiblesse des attaques de cercosporiose dans un champ indigène de la région de Diana Malary (Cercle de Sédhiou) : l'arachide est semée en petits carrés d'environ 8 à 10 m de côté, cernés, sur toutes leurs faces, par une ligne de sorgho. Or, les champs voisins faits de bandes de 8 lignes très longues, séparées par des lignes de sorgho orientées Sud-Ouest Nord-Est sont plus attaquées.

Mais ces rideaux de pénicillaires ou de sorghos ne doivent pas être trop importants ou trop denses, sous peine de favoriser le développement de la cercosporiose en rendant plus stable et plus élevée l'hygrométrie locale, ainsi que cela s'est produit à la Station Expérimentale de Séfa, dans les blocs d'essais de lutte par soufrage, où les parcelles étaient isolées par du mil semé à une densité si grande que toute circulation d'air était devenue impossible à la fin de la campagne.

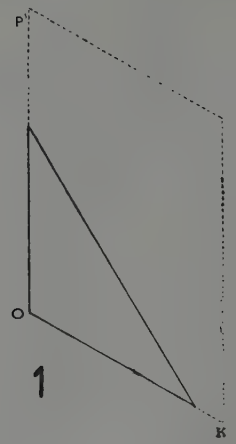
Le vent étant le facteur principal de la dissémination des spores, quelles sont, alors, les conditions qui favorisent leur germination ?

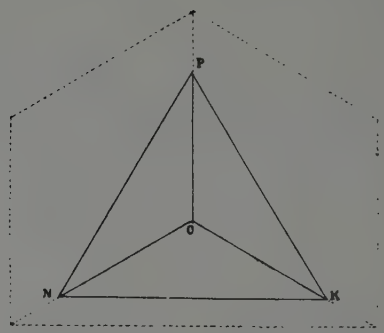
Pendant toute la durée de la campagne, la température se maintient constamment au-dessus de 20°C et ne dépasse que tout à fait exceptionnellement 36°. La température n'est donc pas un facteur limitant. Il n'y a pas non plus de chute de l'hygrométrie suffisamment prolongée pour gêner le *Cercospora personata*. L'hygrométrie minima descend, certains jours, au-dessous de 50 p. 100 de la tension maxima théorique, mais les maxima réels se maintiennent toujours au-dessus de 80 p. 100. Parfois, pendant toute une semaine, les maxima demeurent égaux à 100 p. 100. Presque chaque jour, il se produit de fortes rosées et le degré hygrométrique reste voisin de la saturation pendant la plus grande partie de la nuit. Or, il suffit de 3 à 8 heures pour la germination des spores.

En Casamance, les facteurs climatiques ne sont donc jamais limitants pour la cercosporiose dont le développement se poursuit, du début à la fin de la période végétative de l'arachide, selon une loi géométrique.

Ces conditions climatiques particulièrement favorables expliquent également la brièveté de la période d'incubation. Il s'écoule moins de 14 jours, chiffre le plus courant ailleurs, entre la pénétration de l'hyphe germinative dans un limbe et la manifestation des premiers symptômes de cercosporiose : lorsqu'on lutte contre le *C. personata* par poudrage de soufre à des intervalles de temps décroissant de 30 à 20 puis à 15 jours, les meilleurs résultats, c'est-à-dire les indices d'infection les plus bas, sont obtenus avec les intervalles de temps les plus réduits. Mais même avec des doses de 70 kg de soufre par hectare, les indices hebdomadaires croissent d'une semaine à l'autre. Les indices journaliers montrent qu'après un traitement, la croissance de ces indices est irrégulière.

Ainsi, des parcelles en seconde année de culture d'arachide reçoivent deux poudrages de chacun 30 kg/ha les 5 et 20 septembre 1951. Les indices d'infec-





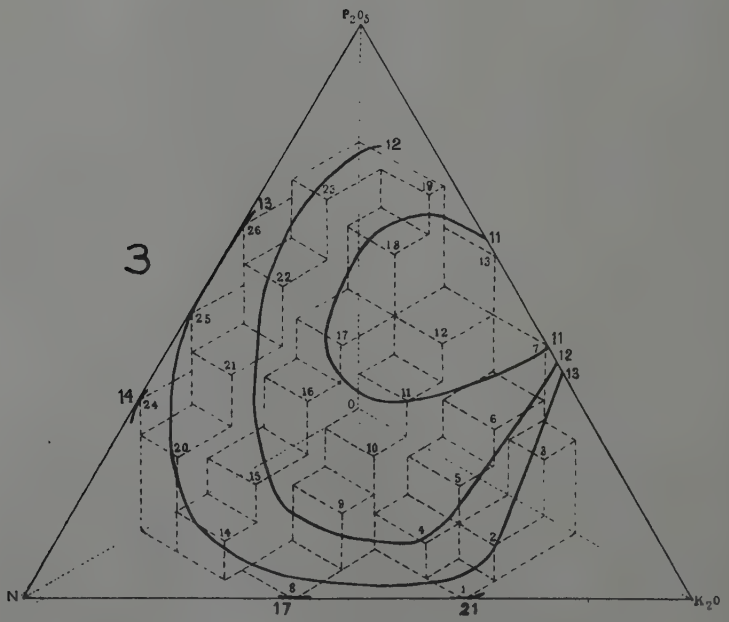


PLANCHE I

FIG. 1. — Représentation graphique d'une expérience à deux variables dont la somme demeure constante ;

FIG. 2. — Représentation d'un essai à trois variables dont la somme demeure constante ;

FIG. 3. — Variation des indices d'infection par *Cercospora personata Ell.* et *Hals.* sous l'action des fumures N-P-K ; numéros d'ordre des équilibres en petits chiffres, valeur des indices en gros chiffres.

tion moyens journaliers, pour une feuille à quatre folioles, du cinquième rang, sont les suivants :

TABLEAU I

Indices d'infection moyens sur arachide

Date	Indice	Date	Indice
5 septembre	5,15	13 septembre	6,50
6 septembre	5,15	14 septembre	6,55
7 septembre	5,25	15 septembre	6,65
8 septembre	5,45	16 septembre	6,75
9 septembre	5,50	17 septembre	6,85
10 septembre	5,60	18 septembre	6,85
11 septembre	5,75	19 septembre	6,90
12 septembre	6,10	20 septembre	6,90

Ils croissent du 5 au 16 septembre, puis demeurent presque stables, traduisant l'action fongicide du soufre. Celui-ci n'a pu protéger les feuilles des infestations latentes au moment du premier poudrage, le 5 septembre ; des signes abondants de nécrose sont donc apparus jusqu'à ce que toutes les attaques en période d'incubation avant ce traitement soient devenues visibles. La date du 16 septembre correspond aux dernières éclosions de taches dues aux infestations réalisées immédiatement avant le poudrage protecteur du 5 septembre. La période d'incubation a donc été, dans ce cas, de 12 jours environ.

III. — ÉTUDE STATISTIQUE DE LA SENSIBILITÉ VARIÉTALE

Le degré d'infection de l'arachide ne dépend pas seulement des facteurs climatiques plus ou moins favorables au parasitisme et de la nature des cultures pratiquées dans les années antérieures ; il dépend aussi du degré de sensibilité à la cercosporiose de la variété cultivée, de son mode de culture, des engrais qu'on a apportés au sol et des oligo-éléments mis à la disposition de la plante.

La susceptibilité variétale de l'arachide à la cercosporiose a été étudiée sur 20 variétés d'huilerie et 16 variétés de bouche et de confiserie par la méthode des couples de Student, avec 8 répétitions.

Les variétés d'huilerie testées par rapport à la variété témoin M'Bambey 28-206 sont les suivantes : M'Bambey 48-45, 48-55, 48-154, 48-38 A, 48-38, 48-115, 48-49, 42-67, 41-48, 37-10, 37-59, 29-103, 28-207, 28-209 A, 28-219, 28-224, 28-227, 28-229, 28-233 et 47-43.

Leur indice d'infection est le nombre moyen de taches de *C. personata* ou *C. arachidicola* sur une feuille à quatre folioles de cinquième rang et une feuille de sixième rang, le 31 août.

Les variations des témoins, représentées par les indices d'infection moyens

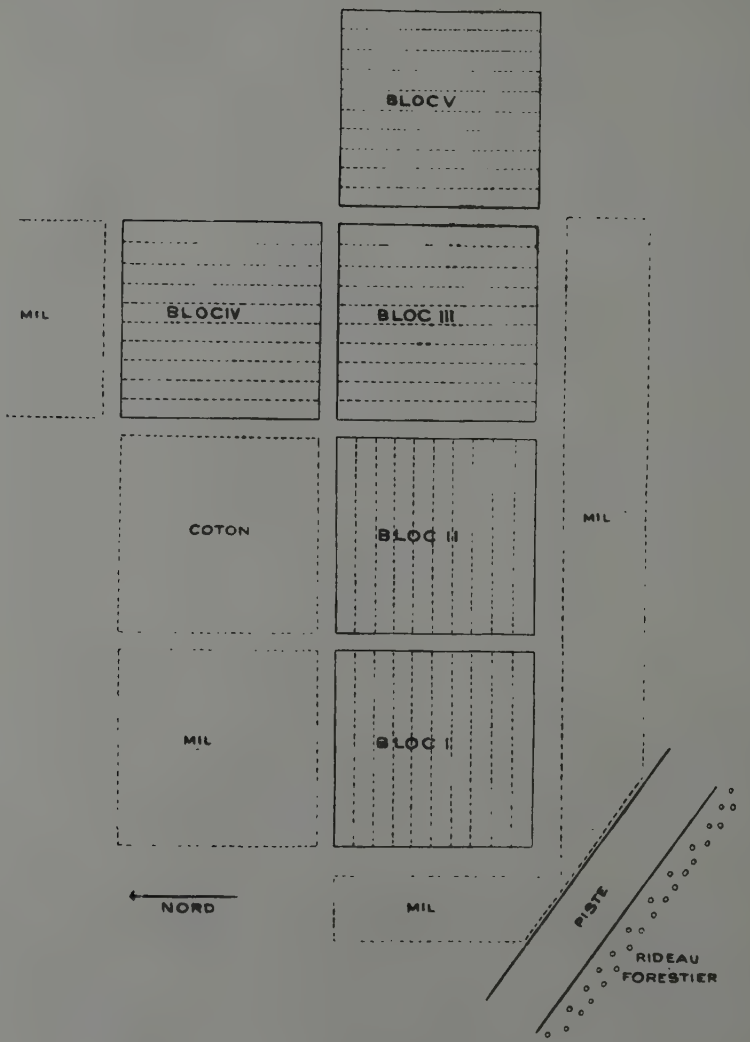


PLANCHE II

Disposition sur le terrain de l'essai de lutte contre la cercosporiose.

des parcelles-témoins contiguës à chaque série d'une même variété sont comprises entre 19,1 et 21,8, ce qui correspond respectivement à 9,5 et 10,9 taches de cercosporiose par feuille à quatre foliole. Le *Cercospora personata* paraît donc être réparti de façon régulière dans l'ensemble du champ d'essai.

Mais aucune variété d'huilerie n'est significativement plus résistante à la cercosporiose que la variété M'Bambey 28-206 actuellement cultivée. Les variétés M'Bambey 48-45, 48-55, 48-38 A, 48-38, 42-67, 41-48, 37-59, 28-207, 28-219 et 28-227 ont des indices d'infection comparables et équivalents à celui de la variété 28-206. Les autres variétés sont plus sensibles :

TABLEAU II

Indices d'infection, sur 100 pour le témoin

Variétés	% d'infection par rapport au témoin	Probabilité
48-154	109 ± 2,65	0,02
28-233	111 ± 3,32	0,02
29-103	114 ± 4,98	0,05
48-115	115 ± 5,07	0,05
37-10	115 ± 6,23	0,05
48-49	115,5 ± 4,34	0,01
28-229	115,5 ± 6,08	0,05
28-224	116 ± 4,58	0,01
47-43	120 ± 7,94	0,05
28-209 A	125,5 ± 8,66	0,05

Mais toutes les semences utilisées dans cet essai ont été introduites cette année même, de M'Bambey, et il est possible que ces variétés se classent différemment après des cultures répétées dans un sol et sous un climat différents.

Il est donc souhaitable que cet essai soit poursuivi l'an prochain avec des semences récoltées en Moyenne Casamance.

L'étude statistique comparative des indices d'infection des variétés de bouche et de confiserie a révélé deux variétés moins sensibles que la 28-206 qui a encore été choisie comme témoin.

Les 16 lignées pures ou sélections étudiées sont les suivantes : Rustembourg sélection M'Bambey, 28-209 B, 48-145, 47-15, 48-18, Kolo Saba sélection M'Bambey, 47-28 A, 47-6, 48-146 B, 41-11, 28-217, Guinée à 3 grains sélection M'Bambey, 48-184, Philippines à 3 grains sélection M'Bambey, Samba Tiga sélection M'Bambey, 47-23.

Comme dans l'analyse précédente, l'indice d'infection est le nombre moyen de taches sur une feuille de cinquième rang et une du sixième.

Le *Cercospora personata* paraît régulièrement réparti sur l'ensemble du champ d'essai :

Les indices moyens d'infection des témoins contigus à chaque série d'une même variété s'échelonnent entre 27,2 et 29,7 soit 13,6 et 14,85 taches par feuille.

Deux lignées sont significativement moins sensibles à la cercosporiose que le témoin M'Bambey 28-206 : Rustembourg (p. 100 d'infection par rapport au témoin : 95 $\pm$ 2,1 ; P = 0,05), M'Bambey 41-11 : (96,8 $\pm$ 1,00 ; P = 0,01).

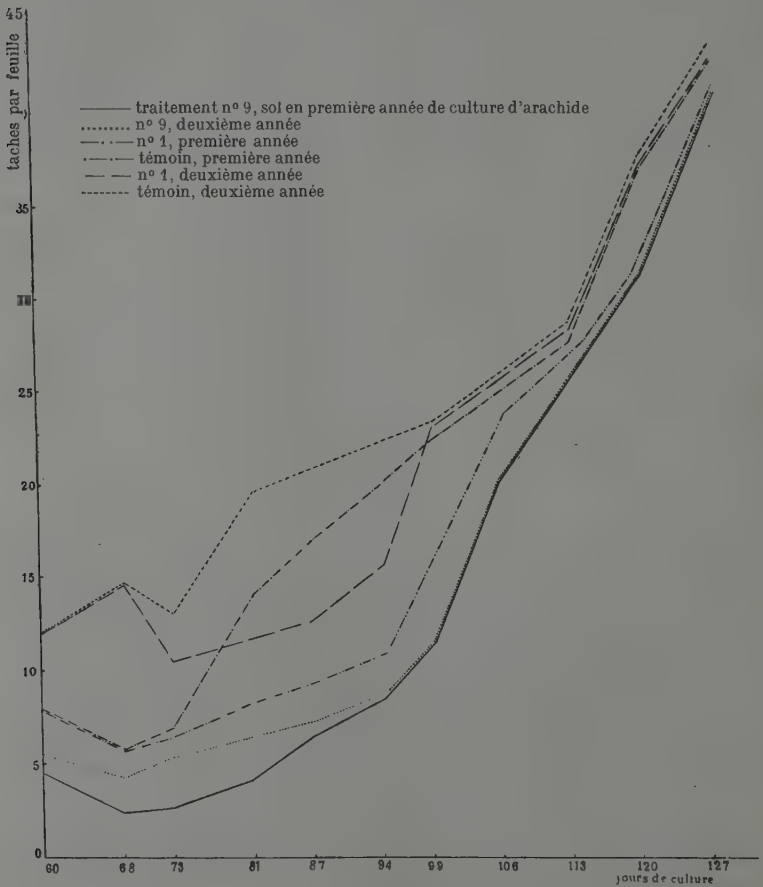


PLANCHE III

Indices d'infection de l'arachide par *Cercospora personata Ell.* et *Hals.* en fonction de l'âge des plants, des cultures antérieures et des traitements.

Trois lignées sont plus sensibles : M'Bambey 48-145 (106 — 1,64 ; P = 0,01), M'Bambey 47-6 (106 $\pm$ 2,32 ; P = 0,05) et M'Bambey 47-28 A (109 $\pm$ 3,16 : P = 0,05). Toutes les autres lignées ont des indices d'infection statistiquement équivalents à celui de la variété M'Bambey 28-206.

Les variations de la sensibilité sont donc encore plus faibles pour les va-

riétés de bouche et de confiserie que pour les variétés d'huilerie, et les mêmes réserves doivent être faites à propos de l'adaptation au terrain et au climat de Moyenne Casamance de pieds issus de semences importées directement de M'Bambey.

Aucune des 36 lignées ou variétés étudiées ne paraît donc s'imposer d'emblée pour des qualités particulières de résistance.

Il n'y a pas non plus de différence significative de comportement vis-à-vis de la cercosporiose entre les variétés érigées et les variétés rampantes.

Toutes les autres études statistiques ont porté sur la variété M'Bambey 28-206 : influence, sur le développement de la cercosporiose, de la date du semis, de sa densité, des engrais, des oligo-éléments.

IV. — INFLUENCE DES PRATIQUES CULTURALES SUR LE DÉVELOPPEMENT DE *Cercospora personata*

a) **Influence de la date de semis.** — Les semis ont été effectués à cinq dates différentes : 15 juin, 25 juin, 5 juillet, 15 juillet, 25 juillet. Le dispositif adopté est celui des blocs de Fischer avec 8 répétitions. Un premier comptage, le 24 août, ne portant que sur la 4e feuille, n'a pas fourni de résultats significatifs : le choix de cet étage était mauvais, les feuilles étaient trop jeunes et dissimulaient trop d'infections latentes. Le même comptage, le 8 septembre, sur les 5e et 6e feuilles, a fourni les indices d'infection moyens suivants :

TABLEAU III

Indices d'infection

Dates	Nombre de tâches par 10 feuilles
15 Juin	51,25 ± 8,32
25 Juin	66,25 ± 8,32
5 Juillet	72,50 ± 8,32
15 Juillet	101,25 ± 8,32
25 Juillet	90,00 ± 8,32

Il existe des différences significatives entre les blocs (P = 0,01). Le *Cercospora personata* n'a pas été réparti très régulièrement sur la sole. Mais il y a cependant des différences très significatives dans l'ensemble formé par les indices moyens d'infection des cinq dates de semis (P = 0,01).

La plus petite différence significative entre deux dates de semis est :

$$d = 2{,}048 \times \sqrt{2 \times \frac{553{,}41}{8}} = \pm 24{,}08.$$

Les semis du 15 et du 25 juillet sont équivalents et les plus favorables au développement de la cercosporiose. Les trois premières dates sont équivalentes

et les plus défavorables au parasite, mais, tandis que le semis du 15 juin est préférable à ceux du 15 et du 25 juillet, les semis du 25 juin et du 5 juillet sont statistiquement identiques à celui du 25 juillet mais préférables à celui du 15 juillet.

Ces résultats ne signifient pas que les dates de semis les plus précoces sont préférables aux semis tardifs parce que leurs indices d'infection sont plus faibles. En effet, dans un tel essai disposé en blocs dont les parcelles ne sont pas isolées les unes des autres, un semi tardif subit, dès la levée, des attaques d'autant plus puissantes que les parcelles semées plus tôt ont déjà servi à la multiplication du *C. personata* dont aucun obstacle n'interdit la dissémination.

Nous avons vu, plus haut, qu'il n'y avait eu, en 1951, aucune variation des facteurs climatiques suffisamment importante pour influer sur le développement de la cercosporiose et cet essai indique seulement qu'il y a intérêt, en grande culture, à effectuer l'ensemble des semis dans l'intervalle de temps le plus réduit, sous peine d'exposer les derniers champs semés à des attaques particulièrement graves.

b) **Influence de la densité du semis.** — La détermination de la densité des semis et de la disposition des lignes les plus défavorables à la cercosporiose a été faite sur un dispositif en bloc de Fischer, avec 8 répétitions.

Les indices d'infection (moyenne des taches sur 10 feuilles) ont été relevés le 25 août, soit 60 jours après le semis, sur des feuilles du 5e rang :

TABLEAU IV

Indice d'infection, 60 jours après le semis

Densité/hectare	Lignes simples	Indice d'infection	Lignes jumelées	Indice d'infection
167 000 pieds	0,60 $\overset{a}{\times}$ 0,10	56,2 ± 2,37	0,80 — 0,20 $\overset{e}{\times}$ 0,12	52,5 ± 2,37
111 000 pieds	0,60 $\overset{b}{\times}$ 0,15	47,5 ± 2,37	0,80 — 0,20 $\overset{f}{\times}$ 0,18	45,1 ± 2,37
83 000 pieds	0,60 $\overset{c}{\times}$ 0,20	42,7 ± 2,37	0,80 — 0,20 $\overset{g}{\times}$ 0,24	40,5 ± 2,37
66 800 pieds	0,60 $\overset{d}{\times}$ 0,25	41,8 ± 2,37	0,80 — 0,20 $\overset{h}{\times}$ 0,30	40,1 ± 2,37

Dans cet essai encore, il existe des différences significatives entre les blocs traduisant une répartition inégale de la cercosporiose mais insuffisante pour masquer les différences très significatives des indices d'infection en fonction des écartements (P = 0,01).

Pour P = 0,05, la plus petite différence significative entre 2 écartements est :

$$d = 2\sqrt{\frac{2 \times 44{,}95}{8}} = \pm 6{,}70.$$

Le classement des écartements est le suivant : *h* et *g* sont équivalents entre eux et équivalents à *c*, *d*, *f*, mais préférables à *a*, *b* et *e*. *c* et *d* sont équivalents à *h*, *g*, *f*, *b* et préférables à *a* et *e*. *f* est équivalent à *b*, *c*, *d*, *g*, *h*, et préférable à *a* et *e*. *b* est équivalent à *f*, *c*, *d*, *e* et moins favorable que *g* et *h* mais préférable à *a*. *e* est équivalent à *a* et *b* et moins favorable que *c*, *d*, *f*, *g*, *h*. *a* est équivalent à *e* et moins favorable que tous les autres.

En résumé, la cercosporiose se développe d'autant moins que la densité du semis est plus faible, mais, à densité égale, il y a une légère différence en faveur du dispositif en lignes jumelées.

c) **Influence des fumures calciques.** — Cinq traitements sont mis en compétition :

1. — CaO ..... 100 kg/hectare
2. — CaO ..... 300 kg/hectare
3. — CaO ..... 300 kg/hectare
4. — SO_4Ca (plâtre) 540 kg/hectare
5. — Témoin sans apport de Calcium.

Ces formules sont étudiées :

a) avec une fumure N. P. K. (10-14-8 à 150 kg/ha),

b) sans fumure N. P. K.

Les parcelles sont réparties en deux carrés latins subdivisés.

L'indice d'infection est toujours le nombre moyen de taches sur 10 feuilles du 5e rang, 60 jours après le semis :

TABLEAU V

Indices d'infection 60 jours après le semis

	a N. P. K.					*b* Témoin				
Formules n°	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Carré I	37,76	25,4	30,8	15,8	35,2	86,6	49,2	42,4	62,0	69,0
Carré II	23,8	29,2	26,0	16,4	25,4	68,2	41,2	62,4	54,0	44,4

Il n'y a pas d'influence significative des fumures calciques, ni des emplacements. Par contre, celle des fumures N. P. K. est hautement significative. Pour P = 0,05 :

$$d = 2{,}02 \sqrt{\frac{2 \times 110{,}26}{50}} = \mp 4{,}24.$$

Indice moyen d'infection { N. P. K. : $26{,}56 \pm 2{,}19$; témoin : $56{,}70 \pm 2{,}19$.

Il n'y a pas d'interaction emplacement × fumures N. P. K. : les fumures N. P. K. défavorisent le développement de la cercosporiose, quel que soit le lieu

de l'essai. Mais il existe une interaction hautement significative fumures calciques × fumures N. P. K. (P = 0,01).

$$d = 2{,}02\sqrt{2 \times 110{,}26 \times 10} = \pm 94{,}73$$

est, pour P = 0,05, la plus petite différence significative entre les totaux des indices des diverses combinaisons des fumures calciques et des fumures N. P. K. :

TABLEAU VI

Influence des fumures sur l'infection

Fumures calciques n°	1	2	3	4	5	Moyenne
N. P. K.	307	273	284	161	303	26,56
Témoin	774	452	524	518	567	56,70

Pour toutes les fumures calciques et pour le témoin, l'adjonction d' N. P. K. abaisse significativement l'indice d'infection.

En présence d'N. P. K., la fumure calcique la plus défavorable au développement de la cercosporiose est la fumure 4 (SO_4Ca à 540 kg/ha).

En l'absence de fumure N. P. K., la fumure calcique n° 1 (CaO à 100 kg/ha) est plus néfaste que toutes les autres et que le témoin : les fumures n° 2 (CaO à 200 kg/ha), n° 3 (CaO à 300 kg/ha) et n° 4 (SO_4Ca à 540 kg/ha) sont équivalentes, mais la formule n° 2 est préférable à l'absence totale de fumure calcique.

Il existe enfin une forte interaction emplacement × fumures calciques × fumure N. P. K. Par exemple, l'abaissement de l'indice d'infection par la fumure calcique n° 4 combinée à la fumure N. P. K. n'est significatif que dans le carré I. Il serait donc imprudent d'appliquer directement en grande culture les résultats obtenus en station en ce qui concerne l'action bénéfique des fumures calciques combinées à une fumure N. P. K.

Mais l'influence défavorable au parasitisme des engrais complexes N. P. K. est hautement démontrée (P = 0,01).

Le rôle respectif des éléments de cette fumure a été étudié dans l'essai suivant :

d) **Recherche d'un équilibre N. P. K.** — L'essai comporte 26 équilibres et un témoin disposés en blocs de Fischer avec 8 répétitions.

L'indice d'infection est le nombre de taches de Cercospora par feuille du 5e rang, 80 jours après le semis.

L'action des fumures, qui n'a pas été masquée par des variations de la répartition du *C. personata*, est hautement significative, comme dans l'essai précédent (P = 0,01).

$$d = 1{,}96\sqrt{\frac{2 \times 5{,}61}{8}} = \pm 2{,}33.$$

TABLEAU VII

Indices d'infection 80 jours après le traitement

N° de l'équilibre	Formule $N-P_2O_5-K_2O$	Indice moyen d'infection $\pm$ 0,84	N° de l'équilibre	Formule $N-P_2O_5-K_2O$	Indice moyen d'infection $\pm$ 0,84
1	35 – 0 – 65	21,00	14	65 – 10 – 25	12,87
2	25 – 10 – 65	12,87	15	55 – 20 – 25	12,00
3	10 – 25 – 65	13,12	16	40 – 35 – 25	11,50
4	35 – 10 – 55	12,00	17	30 – 45 – 25	10,87
5	25 – 20 – 55	11,50	18	15 – 60 – 25	10,62
6	15 – 30 – 55	11,25	19	5 – 70 – 25	11,25
7	0 – 45 – 55	10,87	20	65 – 25 – 10	13,00
8	60 – 0 – 40	17,00	21	50 – 40 – 10	12,37
9	45 – 15 – 40	11,50	22	35 – 55 – 10	11,87
10	35 – 25 – 40	11,50	23	20 – 70 – 10	11,50
11	25 – 35 – 40	11,00	24	65 – 35 – 0	14,00
12	15 – 45 – 40	10,75	25	50 – 50 – 0	13,00
13	0 – 60 – 40	10,62	26	35 – 65 – 0	13,00

Indice moyen d'infection du témoin : 14,50 $\pm$ 0,84

Cet essai ne révèle cependant pas un équilibre privilégié favorisant plus particulièrement la résistance de l'arachide 28-206 à la cercosporiose. Mais il existe des fumures nettement défavorables.

Les formules ne comprenant que de l'Azote et du Potassium (équilibres 8 et 1) sont significativement les plus défavorables, plus défavorables même que l'absence totale de fumure. Les fortes doses de Potassium sont plus néfastes que les fortes doses d'Azote : la différence d'indice entre les équilibres 8 (N. P. K. 60-0-40) et 1 (35-0-65) est significative.

La substitution du Phosphore au Potassium, dans une formule à deux éléments, entraîne un abaissement significatif de l'indice d'infection par rapport aux précédents équilibres à deux éléments. Le Phosphore est donc le facteur principal de l'abaissement de l'indice. L'Azote est un adjuvant aux fortes doses, tandis que les hautes teneurs en Potassium sont néfastes.

Toutefois, ce sont les équilibres à trois éléments qui offrent le plus d'intérêt. Pour P = 0,05, toutes ces formules sont équivalentes et préférables à l'absence de fumure ou aux fumures doubles, à l'exception des formules triples n° 20 (65-25-10) et 3 (10-25-65) qui sont équivalentes à l'absence de fumure mais préférables aux formules sans Phosphore.

C'est seulement à P = 0,4, que cet ensemble de formules triples peut être scindé en trois groupes, dont la représentation met en évidence le rôle de chacun des éléments.

Le mode de représentation adopté est le suivant : un phénomène à deux variables peut être représenté dans un plan et si la somme des deux variables est constante, la courbe représentative est une droite. La surface définie dans le plan est alors un triangle isocèle (Planche I, fig. 1). Si nous associons deux à deux les variables des équilibres N. P. K. : P-K, K-N et N-P, nous définissons

trois plans que nous pouvons choisir perpendiculaires les uns aux autres et, dans ces plans, trois surfaces : POK, KON, NOP. Ces trois surfaces limitent le volume OPKN, pyramide dont toutes les faces sont des triangles. De plus, la face PKN est équilatérale (fig. 2).

Dans ce volume s'inscrivent tous les parallélépipèdes définis par les trois variables des 26 équilibres, et les coordonnées de ces équilibres définissent toutes des points situés dans le plan PKN. Il est donc possible d'établir, dans un plan, des courbes d'égal indice (fig. 3).

Remarquons que le témoin ne peut pas être représenté dans le plan PKN et que son indice ne peut pas figurer sur les courbes, ce qui est souhaitable car il présente des teneurs inconnues en chacun des trois éléments et ne constitue pas le zéro vrai.

La figure 3 montre que l'indice d'infection varie peu quand la teneur en Potassium d'une formule varie de 0 à 100 p. 100 : il est minimum pour $P_2O_5 = 25$ à 55 p. 100 et N = 0 à 30 p. 100, c'est-à-dire, pour K_2O, compris entre 15 et 75 p. 100.

L'absence totale d'Azote n'accroît pas l'indice d'infection si la teneur en Phosphore est comprise entre 45 et 60 p. 100.

Par contre, cet indice atteint ses plus hautes valeurs lorsque le taux en phosphore est inférieur à 10 p. 100 du total, mais il varie peu entre 35 et 60 p. 100. Les variations sont encore faibles entre 10 et 70 p. 100.

e) **Influence des oligo-éléments.** — Cette étude a été conduite sur un essai de la Station Expérimentale de Séfa établi par les soins de l'I. R. H. O. Il avait pour but la comparaison d'une fumure apportée sous forme de pastilles avec une même fumure apportée en poudre et l'étude de l'action des éléments suivants : Magnesium, Manganèse, Cuivre, Molybdène, Fer, Zinc, Bore, soit cinq traitements et un témoin disposés en blocs de Fischer avec 10 répétitions.

Les comptages ont été effectués le 60e jour après le semis. L'indice d'infection est le nombre moyen de taches sur une feuille du 5e rang.

TABLEAU VIII

Infection en fonction des fumures

	Nature des fumures	Indice moyen d'infection
A	Pastille N-P-K + Mg-Mn-Cu-Mo	18,7 ± 1,4
B	Pastille N-P-K + Fe-Zn-B-Cu	16,6 ± 1,4
C	Pastille N-P-K + Mg-Mn-Cu-Fe-Mo-B-Zn	17,5 ± 1,4
D	Pastille N-P-K	16,8 ± 1,4
E	Poudre N-P-K	13,7 ± 1,4
T	Témoin	24,2 ± 1,4

Malgré la mauvaise répartition de la cercosporiose, il existe des différences hautement significatives dans l'ensemble des traitements.

La plus petite différence significative entre les indices moyens de deux traitements est :

$$d = 2{,}01\sqrt{\frac{2 \times 19{,}79}{10}} = \pm 3{,}94.$$

Tous les traitements sont significativement plus défavorables au développement de la cercosporiose que l'absence de fumure, confirmant ainsi, une fois de plus, l'utilité des fumures triples pour la lutte contre le parasitisme, mais il n'y a pas de différence significative entre A, B, C et D, donc pas d'action propre aux oligo-éléments.

Pour P = 0,05, la différence des indices est significative entre A et E ; pour P compris entre 0,1 et 0,2 cette différence devient significative entre E et A, B, C, D. Il y a donc quelque indication de la plus grande efficacité, au 60e jour de culture, de l'engrais sous forme de poudre. Ceci est conforme aux observations de PRÉVOT et COMMUN qui ont démontré que l'engrais-poudre était mis plus rapidement à la disposition de la plante, mais aussi de façon plus fugace.

V. — ESSAI DE LUTTE CONTRE LA CERCOSPORIOSE

Le protocole comprenait primitivement un essai disposé en blocs de Fischer portant sur 6 traitements : soufre en poudrage, à 15 jours d'intervalle, le premier traitement un mois après le début de la floraison :

traitement n° 1 : 30-20-20-20 kg/ha
traitement n° 2 : 30-20-20 kg/ha
traitement n° 3 : 30-20 kg/ha
traitement n° 4 : 20-15-15-15 kg/ha
traitement n° 5 : 20-15-15 kg/ha
traitement n° 6 : 20-15 kg/ha.

L'intervalle entre les traitements était choisi constant et la dose de soufre variait dans des limites très étroites. Enfin, la date du premier traitement avait été choisie assez tardive pour que les poudrages ne troublent pas la floraison. Mais, à la suite d'expériences poursuivies, sur 17 variétés d'arachide, à l'Institut d'Adiopodoumé (Côte d'Ivoire), le soufre, même à dose massive, s'est révélé d'une inocuité parfaite : aucune brûlure du feuillage, aucune coulure des fleurs n'ont été constatées et les rendements moyens ont été de 34,5 g de fruits par pied. Aussi a-t-il été adjoint aux 6 traitements précédents 3 nouveaux traitements qui devaient commencer dès l'apparition de la cercosporiose.

En pratique, ces traitements n'ont débuté que le 6 août et la cercosporiose s'était manifestée depuis une quinzaine de jours.

Le soufre utilisé pour ces essais est un soufre gris, dont la teneur en produit pur ne dépasse pas 62 p. 100.

Le dispositif adopté est celui des blocs de Fischer avec 5 répétitions. Les parcelles sont isolées les unes des autres par un rideau de pénicillaire.

Semis le 25 juin, en lignes jumelées : 0,75 × 0,25-0,25. Traitement n° 7 (70 kg/ha) le 6 août et le 5 septembre. Traitement n° 8 (50 kg/ha) les 6 et 26 août, le 15 septembre, soit à 20 jours d'intervalle. Traitement n° 9 (30 kg/ha) les 6 et 21 août, les 5 et 20 septembre, soit à 15 jours d'intervalle. Traitements n° 1 et 4 le 25 août, les 10 et 25 septembre, le 10 octobre. Traitements n° 2 et 5 le 25 août, les 10 et 25 septembre. Traitements n° 3 et 6 le 25 août et le 10 septembre. Les traitements n° 1 à 6 inclus étaient donc effectués uniformément à 15 jours d'intervalle.

Récolte le 13 novembre, soit 140 jours après le semis.

Les rendements, exprimés en grammes de fruits adhérents par pied, sont les suivants :

Traitements n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	T
Rendements ± 1,21	13,08	11,65	11,53	13,59	12,70	12,56	12,81	11,70	15,31	10,15

Les variations dues aux emplacements sont plus importantes (P = 0,01) que les variations dues aux traitements (P = 0,05).

Blocs n°	I	II	III	IV	V
Rendements ± 0,86	16,22	14,12	10,89	12,85	10,35

$$d_{\text{blocs}} = 2{,}03\sqrt{\frac{2 \times 7{,}37}{10}} = \pm 2{,}45.$$

Le Bloc I, le plus à l'Ouest, fournit les rendements les meilleurs : il est isolé des autres essais de la Station Expérimentale par des mils spontanés. Ses parcelles sont orientées Ouest-Est ; le vent emporte donc, sans obstacle, les spores du Bloc I vers le Bloc II, d'où un abaissement du rendement dans ce dernier.

Mais les rendements de ces deux blocs dont le sol était en première année de culture d'arachide, sont significativement supérieurs à ceux des blocs III et V qui leur font suite à l'Est et qui sont en seconde année de culture.

Le Bloc IV, lui aussi en seconde année de culture, mais séparé par du coton et du mil des cultures d'arachide situées à l'Ouest, a un rendement significativement plus élevé que le Bloc V qui, lui, recevait, sans obstacle, les spores venus des Blocs I, II et III.

En résumé, quels que soient la dose de soufre et les intervalles entre les traitements, le rendement en fruits s'abaisse d'Ouest en Est, mais il est signi-

ficativement plus bas, si les dispositions des parcelles sont comparables, dans les terres en seconde année de culture successive d'arachide.

$$d_{\text{traitement}} = 2{,}03\sqrt{\frac{2 \times 7{,}37}{5}} = \pm 3{,}49.$$

Le seul traitement dont les résultats soient appréciables par une augmentation significative de la récolte est le traitement n° 9 : 4 fois 30 kg de soufre par hectare à 15 jours d'intervalle, le premier poudrage 36 jours après le semis.

Le rendement, exprimé en kilogramme de fruits adhérents au pied par hectare, est de 1 531 ± 121, pour une densité au semis de 100 000 pieds/ha, contre 1 015 ± 121 en l'absence de traitement, soit un gain de 50 p. 100.

L'examen des indices d'infection hebdomadaires, exprimés en nombre de taches par feuille à 4 folioles du 5e rang confirme cette différence d'action des traitements, selon qu'ils sont appliqués sur des terrains en première ou en seconde année de culture.

Chez les témoins, 60 jours après le semis, le nombre de taches par feuille est plus que doublé si le sol a porté de l'arachide l'année précédente.

Si l'on considère que la cercosporiose était déjà visible vers le 20e jour, on constate que son développement est demeuré lent au cours des deux premiers mois. Et même, entre le 60e et le 68e jour, pour les terres en première année, et entre le 68e et le 73e jour, pour les terres en seconde année de culture, l'indice d'infection décroît sensiblement, ce qui correspond, non pas à une diminution du nombre des attaques mais à la période de production maxima de nouvelles feuilles chez la variété M' Bambey 28-206.

Ce maximum est d'autant plus retardé que l'infection est plus grave. Dès la fin du second mois de culture, la physiologie de la plante est donc déjà profondément troublée, bien que l'infection paraisse modérée en comparaison du développement qu'elle atteint plus tard.

Lente jusqu'au 75e jour, la croissance de l'indice d'infection, favorisée à partir d'octobre par l'apparition de graminées spontanées qui maintiennent un haut degré hygrométrique, se poursuit en progression géométrique jusqu'à la récolte. Il y a alors, en moyenne, plus de 10 taches par foliole et les tiges elles-mêmes sont profondément attaquées.

Cette destruction presque totale de la plante par le *Cercospora personata* et son associé, le *Colletotrichum Mangenoti*, est certainement un des facteurs déterminants de la faiblesse des récoltes.

La durée de l'efficacité d'un traitement est brève, inférieure à 15 jours, puisque les courbes d'infection continuent à croître lorsqu'on effectue des traitements par poudrage de soufre à cet intervalle : nous avons vu que l'abaissement apparent constaté entre les 60e et 73e jours ne correspond qu'à une production accélérée du feuillage.

Mais jusqu'au centième jour, l'indice est maintenu au plus bas par les trai-

tements les plus précoces. Les poudrages effectués le 10 octobre (traitements n° 1 et 4) n'ont eu aucune action sensible, et les traitements commencés le 25 août ont été moins efficaces que ceux commencés le 6 août.

Il y aurait même intérêt à expérimenter des traitements encore plus précoces, soit au semis, soit dès le levée, et à réduire de 15 à 12 jours l'intervalle entre les traitements.

Reçu pour publication le 8 mai 1952.

BIBLIOGRAPHIE

J. CHEVAUGEON. — Maladies des plantes cultivées en Moyenne Casamance et dans le Delta Central Nigérien., *Rev. Path. Veg. Ent. Agr.*, 1952.

J. CHEVAUGEON. — *Cercospora personata Ell. et Hals. Revue de Mycologie, Supplément colonial*, 1951.

M. FERRAND et P. PREVOT. — Utilisation des engrais sous forme de pastilles pour l'arachide. *Oléagineux*, VI, 4, 1951.

P. PREVOT. — Nutrition minérale et rendements de l'arachide en France et au Sénégal. *Oléagineux*, V, 10, 1950.

ÉTUDE DES MÉTHODES DE DOSAGE DU D.D.T.

PAR

R. DAVIAUD

Laboratoire de Phytopharmacie, Sèvres

PLAN DU MÉMOIRE

I. — Revue générale des méthodes de dosage du D. D. T.

II. — Etude comparative des méthodes de dosage du D. D. T. technique et du *pp'* D. D. T.

III. — Conclusion.

Le D. D. T. technique, ou plus simplement D. D. T., est constitué essentiellement de 2 isomères 1.1.1. trichloro.2.2 *bis* (*p.* chlorophényl) éthane ou *pp'* D. D. T. et 1.1.1. trichloro.2. (*o.*chlorophényl) 2(*p.* chlorophényl) éthane ou *op'*D. D. T., accompagnés d'une faible proportion de sous-produits. Le D. D. T. contient en moyenne, de 70 à 80 p. 100 de *pp'*D. D. T. et de 25 à 15 p. 100 de *op'*D. D. T.

On s'est préoccupé de connaître l'activité comparée des différents composants du D. D. T. De nombreux travaux ont montré que l'activité du D. D. T. était due à la présence du *pp'*D. D. T., composé qui est environ 10 fois plus actif que l'*op'* D. D. T.

I. — REVUE GÉNÉRALE DES MÉTHODES DE DOSAGE DU D.D.T.

Dosage du D. D. T. technique. — Plusieurs méthodes de dosage reposent sur la détermination du chlore total ou du chlore hydrolysable.

Le chlore total se détermine en décomposant le D. T. T. soit par passage dans un tube à combustion (1,2, 3), soit dans la bombe à peroxyde de Parr, soit par la méthode de Carius. On peut aussi utiliser la propriété des composés chlorés organiques dissous dans un alcool anhydre, de donner naissance à des chlorures sous l'action du sodium (3, 4, 5).

Lorsqu'on traite du D. D. T. par un excès de potasse dans l'alcool à reflux, on a la réaction :

$$(C_6H_4Cl)_2CH \cdot CCl_3 + KOH \rightarrow (C_6H_4Cl)_2C = CCl_2 + ClK + H_2O.$$

C'est la réaction principale (6, 7, 8, 9). Mais, dans les mêmes conditions, on peut observer une réaction secondaire. Cette réaction a donné lieu à une méthode quantitative (10) par hydrolyse à la potasse glycolique.

$$(C_6H_4Cl)_2CHCCl_3 + 4KOH \rightarrow (C_6H_4Cl)_2CH - COOK + 3ClK + 4H_2O.$$

Le dosage des chlorures formés s'effectue presque toujours par la méthode de Volhard.

Plusieurs méthodes colorimétriques ont été préconisées pour le dosage des faibles quantités de D. D. T.

La réaction de Friedel et Crafts — chauffage d'une solution benzénique du D. D. T., avec du chlorure d'aluminium anhydre (11) — et l'oxydation du D. D. T. par le mélange SO_4H_2 + CH_3COOH anhydre (12) conduisent à une coloration jaune.

La nitration du D. D. T. par le mélange sulfonitrique forme un dérivé tétranitré qui, avec la potasse (13) ou après réduction par l'hydroxylamine (13) donne une coloration prune ; avec le méthylate de sodium (14, 15, 16) on obtient une coloration bleue. Cette dernière méthode est la plus utilisée ; elle permet de doser de 10 à 100 gamma de D. D. T.

Par chauffage du D. D. T. avec un mélange de xanthydrol-pyridine anhydre et potasse caustique, il se développe une coloration rose (18, 17).

Dosage du pp'D. D. T. — La grande similitude des propriétés des deux isomères en présence pose un problème analytique difficile à résoudre.

Les méthodes colorimétriques utilisées pour le dosage du D. D. T. peuvent être appliquées au dosage du *pp'*D. D. T., les teintes données par les 2 isomères n'ayant pas, en général, même maximum, l'emploi d'écran approprié permet leur dosage.

Les méthodes physicochimiques ont été largement mises à contribution : méthodes spectrophotométriques (22, 19, 20, 21) — Infra-rouge, Ultra-violet, Rayons X — Analyse polarographique (20) ; chromatographie d'adsorption (23) ; cryoscopie dans le benzyle (24) ; méthode microscopique (24) utilisant la vitesse d'accroissement des cristaux de *pp'*D. D. T. dans le D. D. T. fondu.

Cristol (26, 25) a proposé la dissolution à chaud du produit technique dans l'alcool saturé de *pp'*D. D. T., suivi d'une cristallisation par refroidissement au thermostat.

Laclair (29, 27, 28) utilise les différences de vitesses de déshalogénation des deux isomères.

La méthode décrite par Thorpe (30) repose sur la solubilité des différents constituants d'un mélange dans un solvant déterminé. Cette méthode a été modifiée par Wilkermain (31).

II. — ÉTUDE COMPARATIVE DES MÉTHODES DE DOSAGE DU D.D.T. TECHNIQUE ET DU pp′ D.D.T.

A) Dosage du D. D. T. technique

1° *Méthode du chlore total*

Nous avons étudié la méthode utilisant le sodium. Nous avons comparé différents alcools entre eux, en suivant le même mode opératoire.

Réactifs :

a) Alcool butylique normal, anhydre, sans chlore.

b) Sodium.

c) Acide nitrique au 1/2.

d) Nitrate d'argent N/10 vérifié par le chlorure d'argent.

e) Sulfocyanure de potassium N/10.

f) Solution à 10 p. 100 d'alun de fer et d'ammonium.

Prise d'essai. — La prise d'essai doit contenir environ 0,100 g de D. D. T.

Mode opératoire. — Introduire la prise d'essai dans un erlenmeyer de 100 cm³. Ajouter 20 cm³ d'alcool butylique (*a*). Fixer l'erlen à un réfrigérant ascendant et chauffer à douce ébullition. Lorsque la prise d'essai est complètement dissoute, introduire par le haut du réfrigérant, environ 1 g de sodium (*b*) (10 fois le poids de D. D. T.) en 3 fractions. Laisser à reflux 1/2 h. Au bout de ce temps, retirer l'erlen. Refroidir et acidifier à l'aide de 10 cm³ d'acide nitrique (*c*). Transvaser, sans pertes, dans un erlen de 250 cm³ et étendre à environ 150 cm³.

Ajouter 20 cm³ de nitrate d'argent N/10 (*d*) et 3 cm³ d'alun de fer (*f*). L'excès de nitrate d'argent est titré à l'aide de sulfocyanure de potassium. N/10. (*e*).

Calcul des résultats. — Cl p. 100 de l'échantillon × 2 = D. D. T. p. 100.

Résultats expérimentaux. — Nous avons appliqué ce mode opératoire avec différents alcools en faisant varier le volume de l'alcool utilisé et la durée de chauffage, après l'introduction du sodium. Nous avons réuni l'ensemble des résultats dans le tableau I.

Avec un volume de 10 ou 15 cm³ d'alcool, l'alcoolate de sodium précipite très rapidement ; il se carbonise presque toujours pendant la durée du chauffage. Cet inconvénient disparaît avec 20 et 25 cm³ d'alcool. L'alcool isopropylique ne nous a jamais donné 50 p. 100 de chlore ; avec 25 cm³ d'alcool, la déshalogénation n'est jamais totale.

L'alcool butylique normal et l'alcool isoamylique semblent équivalents, en utilisant 20 cm³. Nous préférons cependant l'alcool butylique car l'alcool isoamylique contient, presque toujours, des quantités importantes de chlore.

Nous avons cherché, dans ces essais, à mettre au point une méthode rapide et simple. La quantité de sodium ajoutée est importante. Ainsi l'alcool iso-

TABLEAU I

Dosage du chlore total.

Volume d'alcool utilisé en cm³	Durée de chauffage en heure	Pourcentage de chlore libéré : Alcool éthylique	Alcool isopropylique	Alcool butylique normal	Alcool isoamylique
10	1/2	49,31 ; 49,95 ; 50,14 (49,8)	44,78 ; 40,13 ; 44,02 (42,97)	49,17 (brûlé)	
	1				
	1 1/2		45,94 (4 h 1/2)		
15	1/2	47,14 ; 49,53	42,38 ; 46,39	50,49 ; 49,12 ; 49,55 ; 49,52 (49,67)	50,6 ; 50,17
	1	44,34	45,61		
	1 1/2	46,91 ; 45,70	46,49 ; 46,9		
20	1/2			49,70 ; 49,72	49,43
	1	43,16	43,08	48,3 ; 50,43	50,16
	1/2		44,91		50,00
25	1/2	32,62	42,07	38,89	38,76
	1	39,82	38,91	42,48	39,72
	1 1/2	31,70 ; 36,56	44,85 ; 43,91	48,67	41,62

propylique ne peut être ici employé, mais si on utilise 2,5 g de sodium au lieu de 1 g, la déshalogénation avec l'alcool isopropylique est totale. Nous avons réduit la quantité de sodium de façon que l'alcoolate formé ne gêne pas.

2° *Méthodes du chlore hydrolysable*

a) *Méthode à chaud. — Réactifs ;*

a) Potasse alcoolique N/10 ou N.

b) Acide nitrique 1/2.

c) Nitrate d'argent N/10.

d) Sulfocyanure de potassium N/10.

e) Solution à 10 p. 100 d'alun de fer et d'ammonium.

Prise d'essai. — La prise d'essai contiendra environ 0,250 g de D. D. T.

Mode opératoire. — Introduire la prise d'essai dans un erlen de 100 cm³. Ajouter 20 cm³ de potasse alcoolique (*a*). Fixer à un réfrigérant ascendant et porter à reflux 1/4 d'h. Refroidir, acidifier par 10 cm³ d'acide nitrique (*b*). Transvaser, sans pertes, dans un erlen de 250 cm³ ; étendre à 150 cm³ environ.

Ajouter 20 cm³ de nitrate d'argent (*c*) et 3 cm³ de la solution d'alun (*e*). Titrer l'excès de nitrate d'argent par le sulfocyanure de potassium (*d*).

Calcul des résultats. — Cl p. 100 de l'échantillon $\times \frac{100}{11}$ = D. D. T. p. 100.

b) *Méthode à froid. — Réactifs :*

a) Potasse alcoolique N.

b) Acide nitrique au 1/2.

c) Nitrate d'argent N/10.

d) Sulfocyanure de potassium N/10.

e) Solution à 10 p. 100 d'alun de fer et d'ammonium.

f) Acétone pure, sans chlore.

Prise d'essai. — La prise d'essai contiendra environ 0,300 g de D. D. T.

Mode opératoire. — Introduire la prise d'essai dans un erlen de 250 cm³ à large ouverture. Ajouter 25 cm³ d'acétone (*f*). Lorsque le D. D. T. est dissous, verser 10 cm³ de potasse alcoolique(*a*). Au bout de 15 minutes, diluer avec de l'eau distillée et acidifier avec de l'acide nitrique(*b*). Le volume doit être alors d'environ 150 cm³.

TABLEAU II

Dosage du chlore hydrolysable à chaud.

Échantillons	Concentration de la potasse alcoolique	Pourcentage de chlore libéré — Temps d'hydrolyse en minutes			
		5′	15′	30′	60′
pp′ D.D.T.	N		10,57 10,70 10,75 10,51 10,66 10,75 } 10,65	10,51	10,46
	N/10		10,53 10,68 10,70 } 10,63	10,65	10,70
op′ D.D.T.			12,23		
D.D.T. technique I	N	10,12 10,31 10,90 10,6 } 10,65	11,12 10,98 10,83 } 10,97	10,9	10,85
	N/10		10,82	10,71	10,74
D.D.T. technique II	N/10		11,1	10,77	11,30
D.D.T. technique III	N/10		10,9	11,10	10,95

Ajouter 20 cm³ de nitrate d'argent (*c*) et 3 cm³ de la solution d'alun (*e*). Titrer l'excès de nitrate d'argent par le sulfocyanure de potassium (*d*).

Calcul des résultats. — Cl p. 100 de l'échantillon × 10 = D. D. T. p. 100.

Résultats expérimentaux. — Nous avons étudié l'influence de la concentration de la potasse alcoolique et du temps de chauffage sur le pourcentage de chlore libéré (tableau II). Ces deux facteurs semblent sans influence appréciable.

Par contre, nous avons constaté qu'une molécule de *pp'*D. D. T. ne libérait pas 1 ion chlore, mais 1,05 à 1,06 ion chlore. De même, le D. D. T. technique libère 11 p. 100 de chlore en moyenne (le chiffre varie un peu avec les échantillons).

TABLEAU II *bis*

Dosage du chlore hydrolysable à froid.

Échantillons	Pourcentage de chlore libéré	
pp' D.D.T.	10,04 10,1 9,98 10,03	10,037
op' D.D.T.	10,04	
D.D.T. technique I	10,07 10,06 10,00 9,96	10,02

Le dosage du chlore hydrolysable à froid (tableau II *bis*) (la température du laboratoire a varié de 10 à 25°C) semble bien meilleur, car dans ces conditions une molécule de *pp'*D. D. T. ou de *op'*D. D. T. libère une molécule de chlore exactement. De ce fait le dosage du D. D. T. technique est beaucoup plus précis, et de plus la méthode est très simple et rapide. C'est celle que nous recommandons.

3° *Méthodes colorimétriques*

Méthode de SCHECHTER. — *Réactifs :*

a) Méthylate de sodium 2,61 N. Placer 32 g de sodium brillant dans un ballon de 500 cm³. Fixer le ballon à un réfrigérant à reflux. Ajouter lentement, par le haut du réfrigérant, de l'alcool méthylique anhydre. Lorsque tout le sodium est dissous, refroidir et compléter à 500 cm³.

Titrer la solution de méthylate obtenue par l'acide sulfurique en présence de phénolphtaléine. Ajuster le titre en méthylate à 2,61 N.

b) Mélange sulfonitrique. Mélanger avec précaution, une partie d'acide nitrique fumant à une partie d'acide sulfurique pur.

c) Solution de soude 0,5 N.

d) Solution saturée de chlorure de sodium.

e) Ether sulfurique.

f) Benzène anhydre.

Mode opératoire. — La solution benzénique ou éthérée, en général, contenant le D. D. T. est introduite dans un tube à essai en pyrex (capacité du tube, environ 40 cm³). Évaporer complètement le solvant à l'aide d'un courant d'air.

Reprendre le résidu par 5 cm³ du mélange sulfonitrique (*b*). Porter le tube au bain-marie bouillant pendant une heure, en immergeant seulement le 1/3 de la hauteur du liquide contenu dans le tube. Refroidir rapidement et ajouter 25 cm³ d'eau froide. Agiter. Verser le contenu du tube dans une ampoule à décanter.

Extraire 3 fois, avec 20 cm³ d'éther (*e*) chaque fois. Recueillir l'éther dans une autre ampoule à décanter.

Laver l'éther, avec chaque fois 10 cm³ de soude (*c*), jusqu'à ce que la soude de lavage ne soit plus jaune. Laver encore deux fois l'éther, avec chaque fois 10 cm³ d'eau (*d*). Éliminer aussi complètement que possible la dernière eau de lavage.

Transvaser l'éther dans un erlen de 100 cm³. Chasser complètement l'éther à l'aide d'un courant d'air. Reprendre le résidu par 2 cm³ de benzène (*f*) et 4 cm³ de méthylate de sodium (*a*). Attendre 10 minutes avant de mesurer à l'électrophotocolorimètre l'intensité de la coloration bleue obtenue. (Longueur d'onde : 590-640 millimicrons.)

Déterminer la quantité de D. D. T. correspondante à la déviation à l'aide d'une courbe étalon.

Courbe étalon. — Appliquer le mode opératoire à des quantités connues de D. D. T. technique en solution benzénique (ces quantités seront de 10, 25, 50, 75 et 100 gamma de D. D. T.).

Méthode de Stiff et Castillo. — *Réactifs :*

a) Pyridine pure anhydre p. eb. 114°.

b) Réactif xanthydrol, pyridine, potasse.

Placer 50 cm³ d'une solution de xanthydrol à 0,2 p. 100 dans la pyridine (*a*), dans un ballon d'un appareil à reflux tout en verre. Au moment où l'ébullition commence, introduire 3 g de potasse en pastilles. Chauffer jusqu'à ce que le liquide devienne vert foncé. Décanter le liquide dans un flacon sec. Le réactif, en refroidissant, devient jaune rougeâtre. Le réactif doit être préparé chaque jour.

Mode opératoire. — Verser la solution éthérée de D. D. T. dans un tube sec (16 × 150). Évaporer le solvant. Ajouter 2 cm³ de réactif (*b*). Porter dans un bain d'huile à 130°140° pendant 8 minutes. Refroidir le tube dans l'eau froide 1 mn. Ajouter 5 cm³ de pyridine (*a*). Lire la coloration dans les 10 min. (Longueur d'onde : 520 mμ.)

Courbe étalon. — Construire une gamme étalon en appliquant le mode opératoire à des quantités connues de D. D. T. (de 50 à 200 gamma).

Remarques. — Nous signalons cette méthode à cause de sa simplicité et de sa rapidité. Toutefois, il est très difficile d'en faire une méthode quantitative. La coloration rose obtenue est souvent très fugace. Nous pensons que cela provient de la pyridine qui, pour obtenir des résultats quantitatifs, doit être très pure. Nous n'avons pas encore terminé l'étude de cette méthode, car il nous est très difficile d'obtenir de la pyridine.

B) **Estimation de la teneur en pp'D. D. T.**

1° *Méthode de* Cristol

Réactif. — Alcool éthylique 75° saturé de *pp'*D. D. T. maintenu au thermostat à 25° ± 0,5.

Prise d'essai. — Peser environ 2 g de D. D. T.

Mode opératoire. — Introduire la prise d'essai dans un erlen de 250 à 300 cm³. Dissoudre par ébullition à reflux la prise d'essai dans 150 cm³ d'alcool éthylique (*a*).

Après complète dissolution, boucher l'erlen et laisser refroidir lentement jusqu'à 26-30° environ. Des cristaux de *pp'*D. D. T. se déposent pendant cette opération. Si le dépôt est huileux, il faut le dissoudre à nouveau par ébullition à reflux ; il peut être nécessaire d'ajouter un germe cristallin de *pp'*D. D. T. pendant le refroidissement. L'erlen est placé dans le bain thermostable réglé à 25° ± 0,5 et agité de temps en temps pendant 4 h.

Les cristaux sont recueillis à l'aide du vide sur un creuset de verre fritté, taré. Laver les cristaux sur filtre avec 20 cm³ d'alcool éthylique (*a*). Sécher à poids constant le creuset. à 78-80°. Déterminer le point de fusion des cristaux, 106° est satisfaisant.

Ajouter une correction de 1,4 p. 100 déterminée à l'aide de dosage de mélanges connus.

2° *Méthode de* Laclair

Réactifs :

a) Alcool éthylique à 95°.

b) Solution normale de potasse dans l'alcool éthylique maintenue à 25° ± 0,1° dans un bain thermostable.

c) Acide nitrique au 1/2.

d) Nitrate d'argent N/10.

e) Sulfocyanure de potassium N/10.

f) Solution à 10 p. 100 d'alun de fer et d'ammonium.

Prise d'essai. — La prise d'essai doit contenir exactement 1 g de D. D. T.

Mode opératoire. — Introduire la prise d'essai dans un erlen de 250 cm³. Ajouter 75 cm³ d'alcool éthylique (*a*), chauffer à reflux jusqu'à complète disso-

lution. La solution est refroidie et maintenue à 25° ± 0,1° dans un bain thermostable. Ajouter 20 cm³ de potasse alcoolique (*b*) et agiter par rotation pendant environ 5 minutes. Après 15 minutes exactement comptées, la réaction est rapidement arrêtée par l'addition de 15 cm³ d'acide nitrique (*c*). La fiole est enlevée du bain.

Ajouter 30 cm³ de nitrate d'argent (*d*) et 3 cm³ de la solution d'alun (*f*). Titrer l'excès de nitrate d'argent par le sulfocyanure de potassium (*e*).

Calcul des résultats. — (Cl. p. 100 × 11) — 9,30 = D. D. T. *pp'* p. 100.

3° *Méthode de* Thorpe

Principe. — Considérons un mélange à 3 constituants 1.2.3. Soient : Z_1 — Z_2 — Z_3 g/g les teneurs du mélange en chacun des constituants :

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 = 1 \qquad (1)$$

A P grammes du solvant, on ajoute x g du mélange. On porte à une température fixée et on agite jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint.

On prélève un poids connu du solvant filtré ; on évapore et on détermine le poids y du total des corps dissous rapporté à P g de solvant. Si x croît, on observe ce qui suit :

a) Il n'y a pas saturation

$$y = (Z_1 + Z_2 + Z_3)x \qquad (2)$$

$$M_1 = \frac{dy}{dx} = 1.$$

Si x est porté en abscisse et y en ordonnée de deux axes rectangulaires on obtient une droite qui part de l'origine et est inclinée à 45°.

b) A partir d'une certaine valeur de x, la solution est saturée en constituant 1, par exemple. Thorpe suppose que la solubilité S_1 de ce constituant rapportée à Pg de solvant, est indépendante de la quantité des constituants 2 et 3 en solution.

Les quantités de 2 et 3 se dissolvant entièrement, on peut écrire :

$$y = S_1 + (Z_2 + Z_3)x \qquad (3)$$

$$M_2 = \frac{dy}{dx} = Z_2 + Z_3.$$

c) Lorsque x augmente, la saturation s'établit pour le constituant 2 ; si S_2 est la solubilité de 2 rapporté à Pg de solvant :

$$y = S_1 + S_2 + Z_3x \qquad (4)$$

$$M_3 = \frac{dy}{dx} = Z_3.$$

d) Lorsque x augmente encore, la saturation en constituant 1.2.3. est obtenue et l'on a :

$$y = S_1 + S_2 + S_3 \qquad (5)$$

$$M_4 = 0.$$

On peut traduire graphiquement les équations (fig. 1).

Les points anguleux A, B, C, correspondent à l'apparition de la saturation successive en chacun des constituants 1, 1 + 2, 1 + 2 + 3 ; les points A', B' C', sont fixés *a priori* à condition de connaître la solubilité de chacun des constituants pour le solvant. Il suffit donc de déterminer un seul point sur chaque côté du polygone pour que celui-ci puisse être tracé.

Les relations 2.3.4.5 montrent que les parallèles aux côtés OA, BC et CD, à partir de l'origine découpent sur une parallèle à l'axe des y des segments proportionnels à Z_1, Z_2, Z_3.

La méthode est inapplicable si les rapports Z_1/S_1, Z_2/S_2, Z_3/S_3 ont des valeurs voisines car les côtés du polygone peuvent devenir très petits et de ce fait impossibles à tracer de façon suffisamment précise.

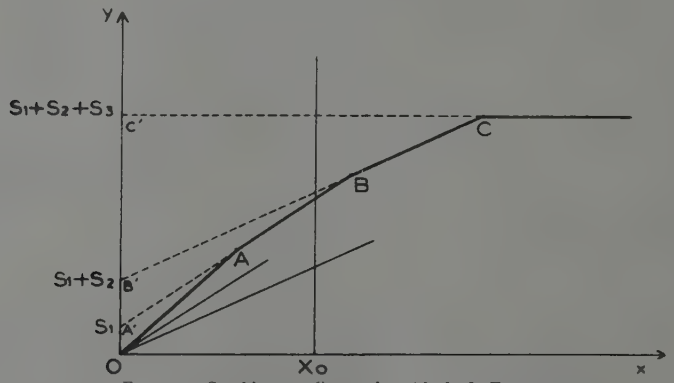


FIG. 1. — Graphique expliquant la méthode de THORPE

THORPE admet que la solubilité Sp d'un constituant p quelconque est indépendante de la teneur de la solution en autres constituants. L'expérience prouve qu'il n'en est pas ainsi. On peut admettre que la solubilité Sp varie linéairement en fonction de la teneur en chacun des autres constituants.

Reprenons un mélange à 3 constituants :

a) La solution n'est saturée en aucun constituants :

$$y = (Z_1 + Z_2 + Z_3)x$$
$$M_1 = 1.$$

b) La solution est saturée en constituant 1.

La quantité du constituant 1 dissoute est égale à S_1, sa solubilité à l'état pur auquel s'ajoute une quantité proportionnelle à la teneur en constituants 2 et 3 de la solution :

$$y = (S_1 + k_2'Z_2x + k_3'Z_3x) + Z_2x + Z_3x \qquad (3')$$

k'_2 et k'_3 pouvant être positifs ou négatifs :

$$M_2 = (1 + k_2')Z_2 + (1 + k_3')Z_3.$$

c) x augmentant encore, la solution se sature en constituant 2. La quantité

de 1, 2 dissoute est égale à la double solubilité $S_{1,2}$ de ces constituants en l'absence de 3 plus une quantité proportionnelle à la quantité 3 en solution.

Dans ce cas $S_{1,2}$ est différent de la somme $S_1 + S_2$ des solubilités des constituants purs.

$$y = (S_{1,2} + k_3'' Z_3 x) + Z_3 x$$
$$M_3 = (1 + k_3'') Z_3.$$

d) quand la solution est saturée en constituant 3

$$y = S_{1,2,3}$$
$$M_4 = 0.$$

En traçant les courbes représentatives on obtient un diagramme analogue à celui de THORPE.

On peut calculer une fois pour toutes k'_2, k'_3 à l'aide de mélanges connus. Dans le cas du D. D. T., nous pourrons admettre avoir affaire à un mélange à deux constituants.

Les équations (1) et (3') deviennent :

$$Z_1 + Z_2 = 1$$
$$y = S_1 + k_2' Z_2 x + Z_2 x.$$

En déterminant x et y expérimentalement, nous pourrons calculer Z_1 et Z_2.

Réactif. — Alcool absolu.

Appareillage. — Pour la préparation des solutions saturées, nous avons utilisé des ballons cylindro-sphériques de 50 cm³ (fig. 2). Ces ballons sont immer-

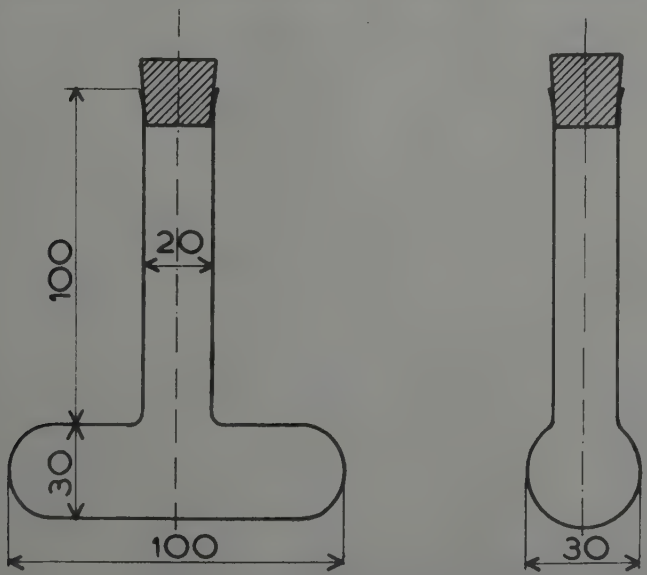


FIG. 2. — Ballon de 50 cm³ utilisé dans la méthode de THORPE
à gauche, vu de face ; *à droite*, de profil.

gés dans un thermostat réglé à 25° + 0,1 et disposés sur un agitateur animé d'un mouvement de va-et-vient.

Echantillon. — L'échantillon doit être amené à l'état de poudre fine parfaitement sèche.

Mode opératoire. — Tarer un ballon cylindro-sphérique sec. Peser dans ce ballon environ 2,5 g de l'échantillon. Introduire ensuite et peser exactement 12 g environ d'alcool éthylique (*a*). Boucher hermétiquement et fixer le ballon sur l'agitateur. Le corps du ballon doit être entièrement immergé dans l'eau.

Après 18 h d'agitation, retirer le ballon et l'essuyer. Filtrer rapidement le contenu du ballon sur un filtre de papier ; recueillir le filtrat dans un erlenmeyer sec de 100 cm³, taré. Après filtration, boucher et repeser l'erlen.

Évaporer le solvant au bain-marie. Puis passer l'erlen à l'étuve à 60° pendant 5 h. Peser à nouveau après refroidissement.

Expression des résultats. — Soient :

p : le poids en g de la prise d'essai ;

P : le poids en g de solvant introduit ;

p' : le poids en g de solution saturée prélevée ;

P' : le poids en g du résidu après évaporation ;

Z_1 : le poids de *pp'*D. D. T. dans 1 g de l'échantillon ;

Z_2 : le poids de *op'*D. D. T. dans 1 g de l'échantillon.

$$x = \frac{p}{P} \qquad y = \frac{p'}{P'}.$$

S_1 : le poids de *pp'*D. D. T. pur soluble dans 1 g de solvant.

k_2' : Coefficient expérimental :

$$y = S_1 + k_2' Z_2 x + Z_2 x$$

$$Z_2 = \frac{y - S_1}{(k'_2 + 1)x}$$

$$pp' \text{ D. D. T. pour cent} = 1 - \frac{y - S_1}{(k_2' + 1)x} \times 100.$$

Résultats expérimentaux. — Nous avons réuni les différents résultats dans un tableau.

TABLEAU III

Etablissement du rapport Z/S.

	Alcool éthylique g/g	Tétrachlorure de carbone	Z/S	
			Alcool	Tétrachlorure
pp' D.D.T.	0,0376 / 0,0363 \ 0,0370	0,243 / 0,237 \ 0,240	20	3
op' D.D.T.	0,5	2	0,4	0,1

Nous avons, pour la méthode de THORPE, utilisé 2 solvants et dans chaque cas, il nous a fallu établir les coefficients k et les rapports Z/S pour connaître l'ordre de saturation des constituants (tableau III). Nous avons admis que le D. D. T. technique était constitué uniquement de *pp'*D. D. T. et d'*op'*D. D. T., les autres constituants étant comptés comme *op'*. Nous avons utilisé l'alcool absolu et le tétrachlorure de carbone.

L'ordre de saturation s'établit en *pp'*D. D. T., puis en *op'*D. D. T. Le mélange n'étant qu'à 2 constituants, dans les équations les termes en Z_3 disparaissent, nous avons :

$$Z_1 + Z_2 = 1$$
$$y = S_1 + k_2' Z_2 x$$
$$y = S_1 + (k'_2 + 1) Z_2 x.$$

Nous avons établi expérimentalement k'_2 à partir de *pp'*D. D. T. et *op'*D. D. T. purs isolés du D. D. T. technique. (Tableau IV).

TABLEAU IV

Valeurs de k_2'...

	g/g	x/g	S_1	Z_1	Z_2	k_2'	Observations
							moyenne
Alcool.....	0,0628	0,224	0,037	0,8946	0,1053	0,116	$k_2' = 0,120$
	0,1253	0,2663	0,037	0,7112	0,2898	0,124	
CCl_4.....	0,373	0,457	0,24	0,78	0,22	0,322	$k_2' = 0,322$
	0,323	0,439	0,24	0,872	0,128	0,322	

Nous avons pu, à ce moment, effectuer les déterminations rassemblées dans le tableau V.

TABLEAU V

Résultats des dosages.

Numéro de l'échantillon	Méthode de CRISTOL	Pourcentage de *pp'* D.D.T.		
		Méthode de LACLAIR	Méthode de THORPE	
			Alcool	Tétrachlorure
I	64	72,3	62	—
II	81,8	86,5	79,9	—
III	92,4	94,1	91,3	—
IV	74,9	80,5	73,5	—
V	82,9	85,7	85	82,7
VI	77,1	77,9	—	—
VII	78,3	78,9	—	—

Les échantillons I, II, III, IV et V datent de plusieurs années. Leur ancienneté explique peut-être les chiffres nettement trop élevés trouvés par la méthode de LACLAIR, comparés à ceux obtenus par la méthode de CRISTOL.

Pour les deux échantillons récents VI et VII, la concordance est excellente.

La méthode de THORPE utilisée avec les cinq premiers échantillons nous a donné des résultats assez voisins de ceux donnés par la méthode de CRISTOL. Avec l'échantillon V, la présence de carbonate de soude rend l'emploi de l'alcool éthylique impossible. Nous avons alors utilisé le tétrachlorure de carbone, comme solvant ; le carbonate de soude y étant totalement insoluble, n'interfère plus. Malheureusement, cette méthode est très longue.

La méthode de CRISTOL nous semble, toutefois, la plus sûre.

CONCLUSION

Nous avons dans cette étude, signalé les différentes méthodes de dosage du D. D. T. technique.

Nous avons fixé le mode opératoire du dosage du chlore hydrolysable et du chlore total, du *pp'*D. D. T., du dosage colorimétrique des petites quantités de D. D. T. En particulier, nous avons appliqué au D. D. T. la méthode de THORPE modifiée par WILLERMAIN.

Nous avons pu constater que l'hydrolyse du D. D. T. technique et du *pp'*D. D. T. pur, par la potasse alcoolique à chaud libère respectivement 11 p. 100 et 10,6 p. 100 de chlore au lieu de 10 p. 100 comme il est fréquemment admis.

Nous avons montré que la meilleure méthode de détermination du D. D. T. total était la méthode d'hydrolyse à froid. Elle est la meilleure par sa rapidité, sa simplicité et sa précision.

Ces méthodes s'appliquent au D. D. T. technique et aux préparations commerciales simples (poudre pour poudrage, poudre mouillable).

Reçu pour publication le 10 juin 1952.

BIBLIOGRAPHIE

(1) GRANGAUD (R.). — Microdosage volumétrique du chlore et du brome dans les composés organiques. *Bull. Soc. Chim.* 10, 236-238, 1943.

(2) FAHEY (J.E.). — Determination of undecomposed D.D.T. spray deposits on apples from total chlorine content. *J. Assoc. Off. agric. Chem.* 28, 152-158, 1945.

(3) SUNDBERG (O.E.), ROYER (G.L.). — Microdetermination of halogens and sulfur using the Grote combustion apparatus. *Ind. Eng. Chem., Anal. Ed.*, 18, 719-723, 1946.

(4) STEPANOV (A.). — Uber die Halogenbestimmung in organischen Verbindungen mittels metallischen Natriums und Äthylalkohol. *Ber. deutch. chem. Ges.*, 39, 4056, 1906.

(5) UMHOEFFER (R.R.). — Determination of halogens in organic compounds. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 15, 383, 1943.

(6) BRAND (K.), BUSSE-SUNDERMANN (A.). — Uber das 1.1.4.4. tetrakis- (2.4- xylylbutatrien- (1.2.3) und die Bildung von 1.1. - Diaryl 2.2. dichlor-âthenen aus 1.1. diaryl, 2.2.2- trichlôr-âthenen. *Ber.* 75 B. 1819-1929 ; 1942.

(7) PESEZ (R.). — Action de solvant sur l'hydrolyse alcaline. II. D.D.T. *Ann. pharm. franc.*, 5, 167-170, 1945.
(8) CRISTOL (S.J.), HALLER (H.L.). — Dehydrochlorination of 1 Trichloro -2-o chlorophényl, -2-p chlorophényl ethane (op' D.D.T. isomer). *J. Am. chem. Soc.*, 67., 67, 2222-2223, 1945.
(9) WAIN (R.L.), MARTIN (A.E.). — Dehydrohalogenation of pp'D.D.T. *Nature* 159, 68-69, 1947.
(10) WEBER (E.). — Beitrag Zum Nachweis und zur Bestimmung von D.D.T. (Bischlorophenyl-trichlormethylmetan) in Schädlings- bekämpfungsmitteln. *Z. Anal. chem.* 132, 26-33 ; 1951.
(11) BAYLES (E.L.), PAYNE (M.G.). — Colorimétric method for determination of D.D.T. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 17, 438-440, 1945.
(12) CHAIKIN (S.W.). — Colorimetric determination of pp'D.D.T. in technical D.D.T. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 18, 272-273, 1946.
(13) ILLING (E.I.), STEPHENSON (W.H.). — Colorimetric method for the detection and determination of D.D.T. *Analyst.* 71, 310-314, 1946.
(14) SCHECHTER (M.S.), HALLER (H.L.). — Colorimetric Tests for D.D.T. and related compounds. *J. Am. chem. Soc.*, 66, 2129-2130, 1944.
(15) CRISTOL (S.J.). — A kinetic study of the dehydrochlorination of substituted 2.2 diphenylchlorethanes related to D.D.T. *J. Am. chem. Soc.*, 67 1494-1498, 1945.
(16) SCHECHTER (M.S.). SOLOWAY (S.B.), HAYES (R.A.), HALLER (H.L.). — Colorimetric method of D.D.T. Color test for related compounds. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.* 17, 704-709, 1945.
(17) STIFF Jr (H.A.), CASTILLO (J.C.). — Colorimetric method for the microdetermination of 2,2, bis (p. chlorophenyl). 1.1.1 trichloromethane (D.D.T.). *Science.*, 101, 440-443, 1945.
(18) STIFF Jr, (H.A.), CASTILLO (J.C.). — Field test for surface D.D.T. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 18, 316-317, 1946.
(19) DOWNING (J.R.), FREED (W.V.), WALKER (I.E.), PATTERSON (G.D.). — Application of Infrared Spectroscopy to D.D.T. *Ind End. chem. Anal. Ed.*, 18, 461-467, 1946.
(20) KELLER (H.), HOCHWEKER (M.), HALKAN (A.V.). — Polorographische und spektrographische Untersuchungen an organischen Halogenverbindungen. *Helv. chim. Acta.*, 29, 761-7, 1946.
(21) ANDREWS (H.L.), WHITE (W.C.), GAMOV (L.R.), PETERSON (D.C.). — Physical Properties of D.D.T. and certain derivatives. *U.S. Public Health Rep.*, 61, 450-456 ; 1946.
(22) HERRIOT (R.M.). — A spectrophotometric method for the determination of pp'D.D.T *Science.*, 104, 228-230, 1946.
(23) HALLER (H.L.). The chemical composition of technical D.D.T. *J. Am. Chem. Soc.*, 67, 1591-1602, 1945.
(24) CRONE (W. Mc.), SMEDAL (A.), GILPIN (V.). — Determination of 1.trichloro- 2.2 bis p. chlorophénylléthane in technical D.D.T. a microscopic method. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 18, 578-582, 1946.
(25) CRISTOL (S.J.), HAYES (R.A.), HALLER (H.L.),. — Determination of 2.2 bis (p. chlorophenyl) 1.1.1. trichloréthane in technical ; D.D.T. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 17 470-472, 1945.
(26) BALAKAN (I.E.), CALVERT (R.D.). — Determination of pp' content of technical D.D.T. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 18, 339, 1946.
(27) LACLAIR (J.B.). — Determination of 1. trichloro, 2.2 bis (p. chlorophényl) ethane in D.D.T. dusts and oil solution. *Ind. Eng. chem. Anal. Ed.*, 18, 763-766, 1946.
(28) WAIN (R.L.), MARTIN (A.E.). — Determination of pp' D.D.T. in commercial Samples. 73, 479-483, 1948. *Analyst.*
(29) WAIN (R.L.), MARTIN (A.E.). — The estimation of 2.2 bis (p. chlorophényl) 1.1.1. trichlorethane (pp'D.D.T.) by methods depending on its dehydrohalogenation .*Analyst.*, 72, 1-6, 1947.
(30) THORP (D). — Solubility as a Criterion of purity. *J. Soc. chem. Ind.*, 65, 414-419, 1946.
(31) WILLERMAIN (M.). — Généralisation de la méthode d'analyse de THORPE et application au dosage de l'isomère γ dans l'hexachlorocyclohexane technique *Anal. Chim. Acta.* 3, 206-221, 1949.

NOTES PHYTOSANITAIRES

NOTES DE PATHOLOGIE VÉGÉTALE (ANNÉE 1951)

PAR

G. VIENNOT-BOURGIN

Professeur à l'Institut National Agronomique
Laboratoire de Recherches (I.N.R.A.) de la chaire de Botanique et de Pathologie végétale

Cercospora cerasella Sacc. sur les feuilles du cerisier. — Au cours de l'été 1950, le Service de la Protection des Végétaux, circonscription de Montpellier, nous envoyait pour identification, des feuilles de cerisier portant des taches qui avaient été confondues par les arboriculteurs de la région avec de récentes attaques de *Coryneum Beijerinckii* Oud. L'examen de ces taches révèle avec régularité qu'il s'agit de *Cercospora cerasella* Sacc. Les descriptions de Miyake (1923) et de Lobik (1928) tant en ce qui concerne l'aspect macroscopique que microscopique concordent exactement. En outre, nous avons trouvé quelquefois mêlés au *Cercospora* d'autres parasites : rarement *Coryneum Beijerinckii* Oud., plus régulièrement *Oospora* sp. et *Anthostomella pullulans* (de By.) Benn. représenté par sa forme conidienne *Aureobasidium pullulans* (de By.) Arn. Ce dernier parasite manifeste une tendance à former sur les tissus initialement nécrosés par *Cercospora cerasella* des amas mycéliens bruns, comparables à de minuscules sclérotes. Remarquons à ce propos l'analogie avec l'association du même *Anthostomella* et de *Coryneum Beijerinckii* étudiée par Malençon (1942).

Au cours de l'hiver 1950, puis de l'été 1951, de nouveaux envois, provenant de la même région, nous ont été faits, toujours exempts ou à peu près de *Coryneum Beijerinckii*. Nous signalons, en outre, que des échantillons de cerisier en provenance de la Station de Pathologie végétale de la Grande Ferrade près de Bordeaux, parvenus au mois d'août 1951, étaient porteurs des mêmes parasites.

Les spores de *Cercospora cerasella* mesurent 35.60 × 3,5. 5μ. Elles sont divisées par 4 à 6 cloisons. Elles germent dans l'eau, chaque loge évoluant pour son propre compte après avoir pris un aspect globuleux qui la fait se séparer des loges voisines.

Dès 1886 Saccardo décrit *Cercospora cerasella* nov. sp. qu'il observe sur des feuilles de cerisier en Italie et en France. Depuis cette date, le parasite n'est pas considéré dans notre pays, tandis que par contre il est mentionné en Allemagne (1900). C'est une espèce nettement pathogène en Astrakan (1921) entraînent une diminution notable de la récolte des cerises. Une étude approfondie du parasite et des lésions qu'il provoque, faite au Japon par Miyake (1923) établit la relation avec le stade sexué, *Mycosphaerella cerasella* Aderh. Des cultures et des isolements comparatifs suivis d'inoculations prouvent la pathogénie de cet agent. En 1928, au Caucase, Lobick décrit avec précision les altérations et les caractéristiques morphologiques du champignon. En 1930 en Caroline du Nord, Jenkins reproduit les résultats de Miyake. Plus récemment *Cercospora cerasella* est observé dans la province de Riéti (Italie) et en 1937 en Roumanie (selon Savulescu. Depuis cette date, il n'est signalé que dans les listes des parasites établies par les Stations phytosanitaires de Californie ou du Wisconsin.

On peut craindre que cette maladie soit en voie d'extension dans le Midi de la France. Jusqu'alors il ne semble pas qu'elle ait causé des dégâts comparables à ceux que pourrait provoquer *Coryneum Beijerinckii*, dont elle se distingue à première vue par des taches plus petites n'évoluant en criblûre que rarement et très tardivement. Néanmoins les dégâts observés à plusieurs reprises en d'autres pays (principalement en Astrakan) doivent faire redouter son extension et nécessitent une surveillance.

FIG. 1. — Lésions provoquées par *Cercospora cerasella* Sacc. sur feuilles de cerisier.

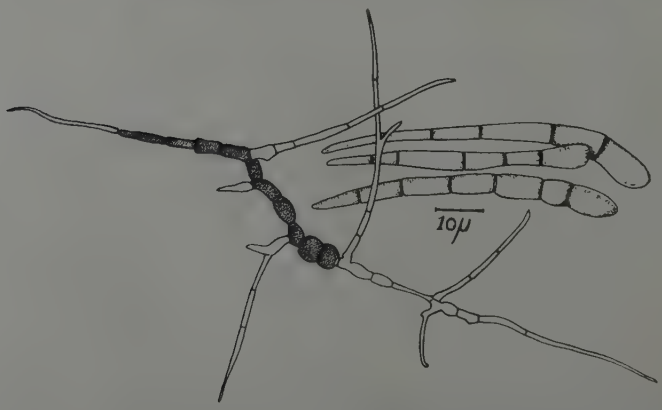


FIG. 2. — Conidies de *Cercospora cerasella* Sacc.
Remarquer la désarticulation d'une conidie en voie de germination (après 30 heures sur lame gélosée)

Colletotrichum sp. sur feuille de *Cattleya*. — Le parasite nous a été remis par un horticulteur de la région parisienne, en mars 1951. Il se caractérise sur les feuilles adultes, principalement à leur extrémité. La partie attaquée est d'un noir soyeux, quelquefois fibrilleux, nettement séparée de la partie encore saine par une ligne noire, accusée. Les tissus mortifiés se distinguent non seulement par leur coloration particulière, mais aussi par leur rétrécissement par rapport aux parties intactes.

Les lésions sont d'abord très réduites ; mais elles augmentent rapidement à la faveur du séjour en serre. Il est établi qu'en moins d'un mois une feuille se trouve ainsi détruite ; après quoi le champignon se localise à la gaine.

Le parasite a été isolé, il se cultive facilement sur Sabouraud et Malt gélosé. Sur ce dernier milieu se manifestent en abondance les « setas ». La colonie brunit fortement et devient hirsute. Aucun stade ascosporé n'a pu cependant être obtenu.

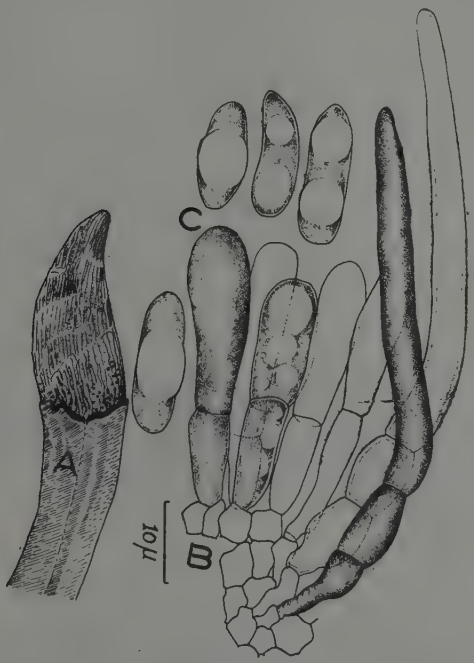


FIG. 3. — *Colletotrichum* sp. sur feuille de *Cattleya*.
En A— extrémité d'une feuille attaquée ; B— stroma conidifère ; C— spores détachées

Indépendamment des setas qui se présentent sous forme de longues sores brunes cylindriques, droites, ou faiblement arquées, amincies à leur extrémité, assez régulièrement divisées en trois articles dont deux basilaires en forme de tonnelets, l'acervule sporifère, régulièrement concave, en partie inclus dans les tissus morts, comporte les conidiophores et les conidies. Les conidiophores en massue hyaline sont formés de 2 articles ; l'article basilaire est toujours court, cylindro-conique, l'article supérieur beaucoup plus long, ovoïde, quelquefois renflé à son extrémité. Les conidies, de forme très variable, généralement ovoïdes ou cylindriques arrondies à leurs deux extrémités, hyalines, pourvues d'une ou de deux grosses gouttelettes, mesurent 10.18 × 3. 6μ.

La détermination du parasite des feuilles de *Cattleya* ne peut être réalisée d'une façon précise :

1° Par suite du très grand nombre d'espèces appartenant aux genres *Colletotrichum* et *Gloeosporium* décrits à ce jour sur les Orchidées,

2° du fait de l'imprécision de certaines de ces descriptions,

3° en raison de la grande variabilité morphologique de ces genres.

Il convient cependant de remarquer que la formation constante de setas tant sur la plante que sur milieu artificiel, quelle que soit la température, précise la localisation de l'espèce dans le genre *Colletotrichum*.

4° Il ne peut être attribué de valeur déterminative à la nature de la plante-hôte, celle-ci pouvant être un support fortuit compte tenu du commerce des Orchidées qui nécessite des introductions constamment renouvelées de provenance souvent très différente.

5° L'absence d'une forme ascosporée (*Physalospora, Glomerella, Gnomoniopsis*) ne permet pas de spécifier la nature de cet agent de l'anthracnose du *Cattleya*.

Mastigosporium album Riess. — Nous avons étudié ce parasite sur le vulpin (*Alopecurus pratensis*) aux environs de Versailles.

Les symptômes maladifs (eye-spot) se manifestent sur les gaines, les feuilles ainsi que sur les bractées des épillets à partir du mois de mai ; ils se poursuivent ensuite tout l'automne sur les feuilles jeunes constituées après la fenaison. Ce sont d'abord des taches rougeâtres puis purpurines, isolées ou confluentes, quelquefois nettement punctiformes, mais devenant rapidement ovalaires-étroites, étirées dans le sens du limbe, de 1 à 3 mm de longueur pour une largeur qui n'atteint jamais 1 mm. Dans les conditions voulues le nombre des taches intervenant sur le même organe devient très élevé (18 à 30 par cm_2). C'est à cette multiplicité des lésions que l'on doit attribuer les dommages causés au feuillage des Graminées par *Mastigosporium album*.

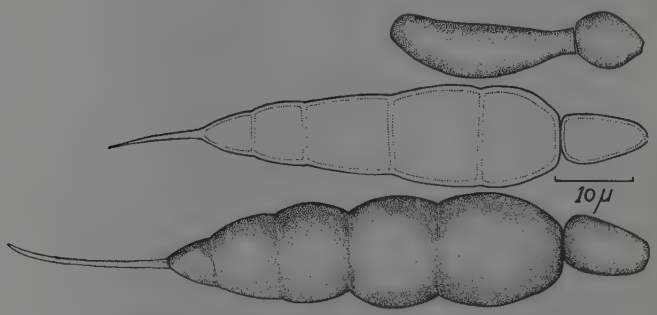


Fig. 4. — Conidies et conidiophores de *Mastigosporium album* Riess, prélevés sur *Alopecurus pratensis*.

A la faveur de la rosée ou des pluies, même à relativement basse température (5 à 7°) apparaissent les conidiophores et les conidies sous forme de houppes courtes, blanc grisâtre, au centre des taches les plus développées, en même temps qu'augmente le nombre des lésions. Par contre, par temps sec ou en présence de soleil, la formation de l'appareil conidien ne se manifeste pas.

Les conidiophores peu nombreux, rassemblés en faisceaux au niveau du parenchyme assimilateur, sont constitués par un article en massue courte, peu différencié, à parois minces, olivâtres. La conidie faiblement brunâtre, acrogène, d'abord simple, cylindro-ovoïde, se divise bientôt en deux loges sensiblement égales par une cloison transversale. Par la suite apparaissent d'autres cloisons irrégulièrement espacées tandis que se prononce l'appendice apical prolongeant le grand axe de la spore. La spore mûre comporte 4 cloisons. En même temps la conformation générale de la spore se modifie, celle-ci devenant longuement conique, amincie au sommet.

On sait que sur différentes Graminées (principalement sur *Alopecurus pratensis* et *Deschampsia caespitosa*) existe *Mastigosporium album*, à spores pourvues d'un appendice, tandis que sur *Dactylis, Agrostis* et *Calamagrostis* a été reconnue une variété mutique élevée au rang d'espèce par Sprague (1938) sous le nom de *M. rubricosum* (Dearn et Barth.) Sprague. Une troisième espèce : *M. cylindricum* Sprague a été décrite sur *Bromus*. La distinction entre *M. album* et *M. rubricosum* peut être complétée par les dimensions relatives des conidies, celles de *M. album* mesurant 40.60 × 15. 22 μ tandis que celles de *M. rubricosum*, nettement plus petites, mesurent 32. 44 × 10. 14 μ. La germination des conidies dans l'eau se manifeste en 10 heures à 14° par l'apparition, au niveau d'une cloison, d'un filament grêle, d'abord rigide ou flexueux qui se ramifie rapidement.

Oïdium Begoniae PUTT. — Cette maladie du Begonia Rex a fait l'objet d'une publication antérieure (G. VIENNOT-BOURGIN, *Oïdium Begoniae* Puttemans, maladie nouvelle pour la France, *Ann. des Epiphyties*, p. 381. 387, 1951). Au cours de l'année 1951, le champignon s'est développé dans plusieurs établissements horticoles des environs de Paris (Garches, Versailles, Mandres). A Versailles en particulier les dégâts ont été sensibles sur les pieds-mères dans les conditions biologiques qui ont été précisées (faible luminosité du local, température constante, voisine de 15°, humidité élevée). La localisation fréquente des amas conidifères à la face inférieure des feuilles, pour les variétés à pilosité très prononcée, ne permet pas toujours de réaliser à temps les traitements curatifs de début. Ce n'est que lorsque se manifestent le brunissement et le recroquevillement des feuilles, c'est-à-dire des symptômes maladifs bien visibles, que l'attention se porte sur la présence du parasite. Dans de telles conditions il est assez difficile de réduire son extension.

Nous avons pu cependant confirmer les procédés de lutte qui se résument ainsi :

a) Dans la mesure du possible, laisser en plein air les sujets ou tout au moins accroître la ventilation du local. Cette mesure est essentielle et à elle seule diminue notablement les invasions.

b) Traitement du feuillage au moment de la pleine évolution de la maladie à l'aide d'un oxychlorure de cuivre à 0,2 p. cent mélangé, au moment de l'emploi, à une suspension d'huile blanche.

Stagonospora Curtisii (BECK.) SACC. = *S. crini* BUB. et KAB. = *Phyllosticta narcissi* ADERH. = *Phyllosticta gemmipara* ZOND. = *Phoma amaryllidis* KOTT. et FRIEDR.

Ce champignon a été signalé sur un grand nombre de végétaux d'ornement appartenant à la famille des Amaryllidacées dans la plupart des pays du monde. Parmi ceux-ci, il convient de citer les genres *Amaryllis* (*Hippeastrum*), *Chlidanthus*, *Crinum*, *Galanthus*, *Hymenocallis*, *Leucojum*, *Lycoris*, *Narcissus*, *Pancratium*, *Sternbergia*, *Zephyranthes*, d'après les recherches expérimentales de SMITH (1935). Les dégâts sont fréquents sur *Amaryllis*, ils ont été signalés sur *Galanthus byzantinus* en Grande Bretagne ; dans l'ouest des États-Unis, les cultures de Narcisse sont fréquemment envahies.

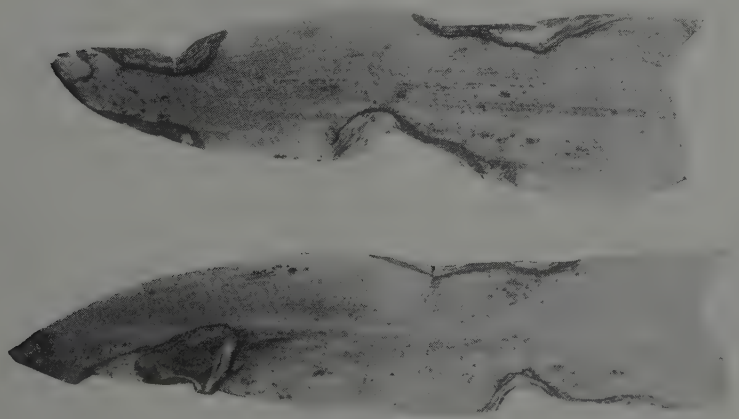


FIG. 5. — Feuilles d'*Amaryllis belladona* attaquées par *Stagonospora Curtisii* (Berk.) Sacc.

Nous l'avons observé particulièrement sur *Amaryllis belladonna*, pendant toute la durée de la végétation, aux environs de Paris et en Anjou en septembre 1950 et 1951. Le développement du champignon sur cette plante se manifeste tout d'abord par l'apparition de ponctuations rougeâtres qui deviennent très rapidement des petites plages arrondies ou lenticulaires brillantes, de quelques millimètres de diamètre, espacées en lignes discontinues ou rarement confluentes. A ce stade, l'altération persiste quelque temps, sans modification apparente. Dès que les conditions deviennent favorables (pluviosité abondante, refroidissement nocturne), se manifestent à la fois l'extension des premières lésions et l'apparition de nouvelles taches tandis que les pycnides se déve-

loppent. Les dégâts sont alors perceptibles sous forme de larges plages brunes à pourpre foncé, quelquefois un peu zonées. Au niveau de ces nouvelles lésions les tissus se dessèchent rapidement si bien que la nécrose marque les deux faces du limbe et se trouve bordée par les tissus sains. Surtout à la marge du limbe, les portions altérées se désarticulent et les feuilles sont finalement encochées ou perforées.

Les attaques ne se limitent pas au feuillage ; on observe souvent des macules et des nécroses sur les hampes florales, les écailles du bulbe et les boutons floraux. Ces derniers peuvent avorter. La présence du champignon sur les écailles du bulbe a une grande importance puisqu'elle constitue la principale cause de perpétuation de la maladie d'une année à l'autre. Quand les hampes florales sont atteintes, elles portent des plaies corrodantes profondes qui entraînent leur cassure ou tout au moins leur courbure.

Les pycnides très nombreuses, rassemblées sous l'épiderme qui est soulevé à leur emplacement, ont une forme et des dimensions très variables. L'ostiole en est toujours visible ; la paroi, brun-clair, transparente, est fragile. Les pycniospores évoluent lentement vers leur forme caractéristique, et dans un conceptacle mûr, on trouve à la fois des spores petites ovoïdes ou cylindriques-arrondies, simples, et des spores beaucoup plus grandes, droites ou arquées, cylindriques, régulièrement arrondies aux deux extrémités, divisées en loges le plus souvent inégales par une à cinq cloisons transversales, parallèles. Ces pycniospores, hyalines, mesurent $11.22 \times 4.6\ \mu$.

A pleine maturité, l'épiderme éclate et les pycniospores sont libérées en masse ou réunies en un cordonnet.

Sur les autres plantes-hôtes, les altérations sont moins précises ; en particulier la pigmentation des lésions ne se manifeste pas dans le cas du narcisse.

Le champignon est favorisé dans son développement par une humidité excessive, une température diurne élevée suivie d'un refroidissement nocturne accusé qui permet la condensation abondante de l'humidité atmosphérique. En serre, c'est au voisinage de 22° qu'il se développe activement.

La lutte contre ce champignon comporte :

a) la désinfection des bulbes,

b) les traitements en cours de développement.

Le nettoyage des bulbes, avec élimination des écailles attaquées, est l'opération la plus simple qui puisse être recommandée. On pourra la faire suivre du saupoudrage des bulbes à l'aide de poussière de charbon de bois. Par ailleurs le traitement à l'eau chaude peut être réalisé deux jours avant la mise en forçage sous forme d'un bain à 40° et d'une durée de 30 minutes. On peut également procéder à l'immersion pendant 2 heures dans une solution aqueuse de bichlorure de mercure à 1 pour mille. On a conseillé également le formol en dilution à 1 p. cent.

Les traitements en cours de végétation consistent en pulvérisations cupriques appliquées au feuillage. Elles ne seront cependant vraiment efficaces que si elles sont précédées de la désinfection convenable des bulbes. On utilisera la bouillie bordelaise à 1 p. cent en ayant soin d'y adjoindre un adhésif convenable.

Il est probable que *Stagonospora narcissi* Hollos décrit de Hongrie est identique à *S. Curtisii*.

Uncinula necator (SCHW.) BURR. — La perception des périthèces de l'oïdium de la vigne reste encore exceptionnelle dans notre pays, comme d'ailleurs dans une grande partie de l'Europe. En ce qui concerne le bassin parisien, ils ont été observés en 1917 par ARNAUD à la Station de Pathologie végétale à Paris. En 1945, à la fin d'un été particulièrement sec, des périthèces sont également trouvés en abondance aux environs de Paris.

Il semble donc intéressant de mentionner la formation d'une très grande quantité de périthèces d'Oïdium de la vigne, en Octobre 1951 sur une vigne Chasselas cultivée en treille dans la ville de Versaillles.

L'apparition des conceptacles s'est manifestée sur des feuilles jaunissantes, profondément altérées par le stade conidien également développé sur les sarments.

L'influence des conditions physiques a été envisagée pour expliquer la formation fortuite des périthèces de certaines Erysiphacées telles que l'oïdium de la vigne ou celui du chêne. C'est ainsi que VIALA étudiant la biologie de *Uncinula necator* (1893) attribue aux premières périodes froides de l'automne une action favorisante, tandis que YOSSIFOVITCH (1921) à Montpellier, puis NEDELTSCHEFF (1924) en Bulgarie, admettent plutôt que la formation quelquefois précoce des périthèces (courant du mois d'août) se trouve en relation avec la sécheresse estivale. ARNAUD (1931) voit un rapport entre la phase de déclin du feuillage de la vigne et la formation ascogène sans qu'un refroidissement automnal soit manifeste. Nous pouvons indiquer que la période qui a précédé l'apparition de l'Oïdium de la vigne à Versailles a été particulièrement pluvieuse avec des

températures moyennes journalières relativement basses. Des circonstances semblables à celles que nous indiquons ont été considérées comme étant favorables au développement des périthèces de l'Oïdium du chêne (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.) par KUHNHOLTZ-LORDAT (1927) dans la vallée de la Dourbie (Larzac) et par GARBOWSKI (1927) en Pologne. Il paraît cependant encore prématuré d'établir une liaison précise entre les variations d'ordre climatique et l'apparition des périthèces d'Oïdium de la vigne. La formation de la phase ascogène n'explique donc pas à elle seule l'importance du développement du champignon certaines années.

Travaux du Laboratoire de Recherches (I.N.R.A.) annexé au Laboratoire de Botanique et de Pathologie végétale de l'Institut national agronomique.

ÉTUDE DE LA TOXICITÉ DE LA 2-CHLORO-4-DIMÉTHYLAMINO-6 MÉTHYL PYRIMIDINE SUR RATS BLANCS ET QUELQUES ANIMAUX DOMESTIQUES (Note tonicogique n° 11).

PAR

M. GATINEAU

Laboratoire des Vertébrés, Versailles

La 2 chloro- 4 diméthylamino- 6 méthyl pyrimidine est utilisée pour la préparation de grains empoisonnés destinés à la destruction des petits rongeurs.

Nous avons utilisé un échantillon technique de ce corps qu'une maison française a bien voulu nous fournir.

Cet échantillon titrait au moins 98 p. 100 de produit actif.

I. — Essai sur Rats blancs

A) *Intoxication aiguë par dose unique.* — Le produit est dissous dans de l'acide sulfurique décinormal ; puis la solution est ramenée, avec de la soude concentrée à un pH situé entre 5 et 6. Les Rats ont reçu, en ingestion forcée à l'aide d'une sonde œsophagienne des doses très voisines de 2, 3, 4, 5, 6 ou 7 mg/kg de poids vif de toxique.

Nous avons groupé mâles et femelles dans une même analyse des résultats car la séparation des données suivant les sexes aboutit à des courbes très voisines et à la même estimation de la dose léthale médiane. Les données sont groupées dans le tableau suivant où la dose mentionnée est la dose moyenne calculée pour chaque lot d'après les doses individuelles administrées.

Dose en mg/kg	Log. dose	Nombre d'animaux expérimentés	Morts	Pourcentage	Probit empirique
2,096	0,321	5	0	0	
3,062	0,486	8	2	25	4,3255
4,010	0,603	5	3	60	5,2533
4,982	0,697	8	6	75	5,6745
6,025	0,780	13	8	61,5	5,2924
7,088	0,850	14	11	78,5	6,7926

A l'aide de ces données (1), nous pouvons estimer la courbe exprimant les probits des mortalités en fonction des log. des doses de produit administrées aux Rats expérimentés. Cette estimation nous conduit à l'équation suivante : $E = 4{,}00\ x + 2{,}43$

La qualité de cet ajustement est exprimée par le test du X_2 pour lequel nous obtenons suivant les méthodes de calcul une valeur de 2,7-4 ou de 3,25 avec 4 degrés de liberté. Nous avons ainsi entre 50 et 70 p. 100 de chances de nous trouver dans la réalité avec la courbe ci-dessus calculée.

L'estimation de l'erreur sur la dose léthale médiane nous amène à considérer les limites fiduciaires suivantes :

Dose léthale médiane = M = 0,642 ± 0,10, valeurs exprimées en log. des doses administrées au kilogramme de poids vif soit en nous ramenant à celles-ci : M = 4,38 mg/kg ; cette valeur de M a 95 p. 100 de chances d'être comprise entre 3,48 et 5,52.

Les symptômes de l'intoxication relevés sur les animaux ayant reçu 4 à 5 mg/kg de poids vif de toxique sont les suivants : 20 minutes après l'ingestion forcée, l'animal éprouve des difficultés à se tenir sur le train arrière.

30 minutes après l'ingestion, on observe une première crise violente : l'animal est l'objet de détentes brusques, il mord le treillage de sa cage ou tourne sur lui-même avec l'arrière train paralysé comme centre de rotation.

Puis les crises se succèdent avec des périodes d'abattement pendant lesquelles, on peut noter soit des tremblements tétaniques des membres, soit des pertes d'équilibre au cours desquelles les rats relèvent la tête d'une manière lente et continue ou par brusques saccades jusqu'à la verticale pour retomber et rouler sur le côté, ou, si l'animal est accroché au treillage de la cage, il lâche progressivement prise pour tomber à la renverse.

A force de mordre dans le treillage, l'animal se déchire les lèvres.

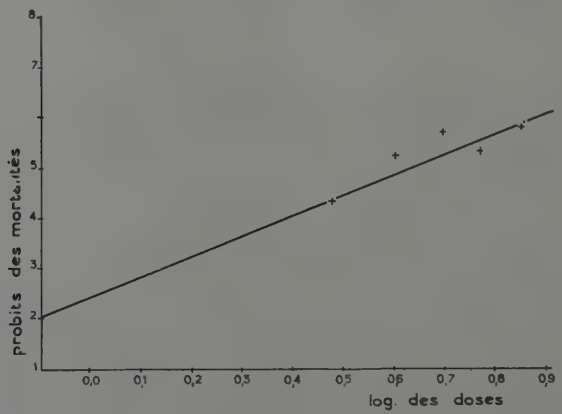


FIG. I. — Courbe des probits des mortalités en fonction des log. des doses de 2 Chloro- 4 diméthyl-amino- 6 méthyl pyrimidine administrées à des Rats blancs.

L'animal meurt dans les 3 à 5 heures ou survit. L'autopsie révèle une hémorragie au niveau de l'épiphyse et de l'articulation de l'occipital et des pariétaux, des méninges congestionnées ; les oreillettes sont noires et les carotides congestionnées.

B) *Intoxication chronique par doses répétées.* — Nous avons soumis un lot de 6 rats femelles à des ingestions journalières de 2 chloro- 4 diméthylamino-6 méthyl pyrimidine en utilisant le même processus de mise en solution du produit et d'ingestion que ci-dessus. Dans ces essais, nous sommes parti de doses très voisines (en moyenne 2,16 ± 0,13 mg/kg). Si nous

(1) En nous référant à la méthode décrite par C.W. EMMENS dans *Principles of Biological Essay* (Chapitre XV), Londres, 1948.

N° du Rat	Limites des poids observés en g	Durée de l'exp. en jours	Dose reçue par jours en mg	Total ingéré en mg	Résultats
1	135 – 148	28	régulière 0,3 mg	8,36	Survie
2	172 – 187	26	croissante de 0,4 à 2,6	29,50	Mort
3	138 – 156	13	croissante de 0,35 à 1,0	6,20	Mort
4	149 – 162	10	croissante de 0,35 à 1.0	4,85	Mort
5	140 – 148	11	croissante de 0.3 à 0,9	5,10	Mort
6	153	1	unique 0,35	0,35	Mort

nous basons sur la courbe établie plus haut, cette dose initiale nous permet d'espérer un pourcentage de mortalité d'environ 10,8 p. 100. C'est-à-dire qu'avec les 6 individus expérimentés nous pouvions escompter 0,65 mort ; effectivement, nous avons obtenu une mort : le n° 6. Cette dose initiale maintenue pendant 7 jours a été ensuite augmentée progressivement sur 4 individus. Les résultats sont résumés ci-dessous :

L'ingestion répétée de doses de 2 chloro- 4 diméthylamino- 6 méthyl pyrimidine a manifestement provoqué une certaine accoutumance au toxique.

Pour mettre cette accoutumance en relief nous avons rapporté la quantité totale de produit administré au cours de l'expérience au poids moyen de l'animal :

N° du Rat	Poids moyen en g	Total ingéré en mg	Dose au kg de poids vif moyen mg/kg	Nbre de fois la dose léthale médiane	Résultats
1	142,5	8,36	58,7	13,4	Survie
2	179,4	29,50	163,9	37,5	Mort
3	148	6,20	44,5	10,1	Mort
4	157,6	4,85	31,1	7,1	Mort
5	146	5,10	35,1	8,2	Mort
6	153	0,35	2,3	0,6	Mort

En considérant les 2 tableaux, on voit que l'accoutumance a varié énormément avec les individus. Si nous traçons les courbes représentant la variation des doses administrées quotidiennement, rapportées à la dose initiale prise comme unité, nous obtenons l'éventail représenté sur le graphique n° 2.

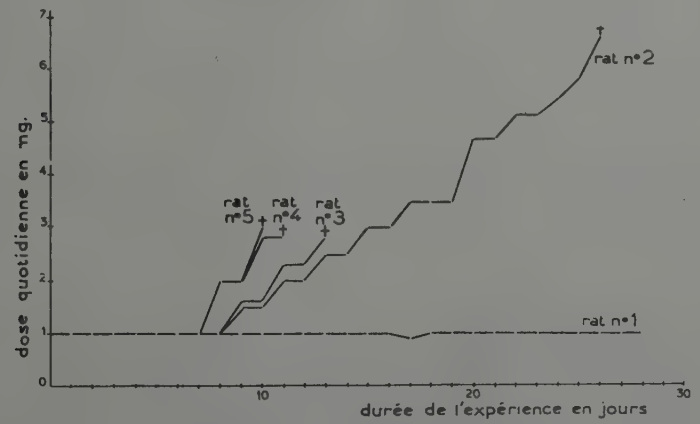


FIG. II. — Variation des doses administrées quodidiennement rapportées à la dose initiale.

Nous constatons qu'il y a un certain rapport entre la variation des doses et la durée de survie à partir des points de départ de cet éventail. Lorsque l'accroissement des doses a une valeur notable comme dans le cas des Rats nº 3, 4 et 5, nous obtenons la mort après avoir triplé la dose initiale. Si cet accroissement est plus faible comme dans le cas du nº 2, nous avons une survie bien plus longue (18 jours) et il faut sextupler la dose initiale pour avoir la mort.

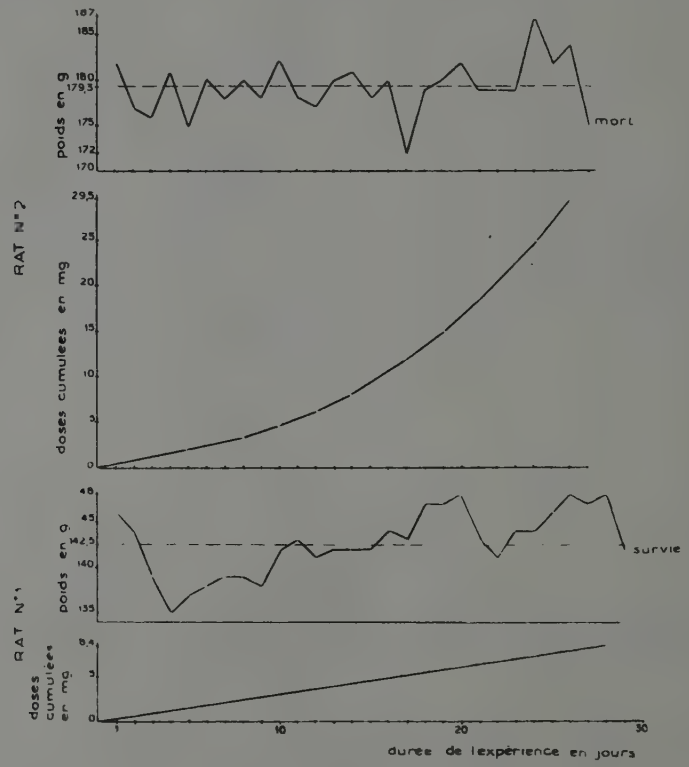


FIG. III. — Courbes des variations de poids et des ingestions cumulées des Rats nº 1 et 2.

Il est à noter que les courbes de poids établies pour chacun des animaux expérimentés ont trahi l'état d'intoxication dans les derniers jours de l'expérience. Mais cette intoxication n'est pas mise en évidence pour les Rats nº 1 et 2 dont nous reproduisons les courbes de poids et les courbes des doses ingérées cumulées dans le graphique nº 3.

II. — Essai sur Lapins

1º *Intoxication aiguë par ingestion naturelle.* — Le produit est offert mélangé par brassage au mortier, dans 100 g de farine de blé. Les 7 lapins utilisés acceptent difficilement ce mélange et en laissent de 50 g à 95 g. Ces essais sont résumés dans le tableau suivant :

Nous relevons les symptômes d'une intoxication à partir de 3,2 mg/kg. Les crises observées sont plus violentes lorsque la dose s'élève à 16,5 mg/kg et nous avons la mort après deux violentes crises. Nous pensons que c'est entre les deux dernières valeurs indiquées sur ce tableau c'est-à-dire entre 10 et 15 mg que se situe la zone des doses léthales médianes.

N°	Poids en g	Quantité d'appât		Dose au kg de poids vif	Résultats
		reçue	consommée		
1	3 405	100	4,5	1,3	Survie
2	2 328	100	7,5	3,2	Survie
3	3 405	100	15,0	4,4	Survie
4	2 870	100	16,25	5,6	Survie
5	3 300	100	27,4	8,3	Survie
6	2 940	100	28,5	9,7	Survie
7	3 144	100	52	16,6	Mort

2° *Intoxication aiguë par ingestion forcée.* — Le produit est mis en solution dans l'acide sulfurique. Cette solution est ajustée à pH 5-6 avec de la soude concentrée. L'ingestion forcée est pratiquée avec une sonde stomacale en caoutchouc. Les 11 essais sont groupés dans le tableau suivant :

N°	Poids en g	Quantité reçue	Dose au kg de poids vif	Résultats
8	3 509	10,3	3,0	Mort
9	2 798	11,2	4,0	Survie
10	2 260	9,1	4,0	Survie
11	2 893	14,5	5,0	Survie
12	2 814	14,1	5,0	Mort
13	2 435	14,6	6,0	Mort
14	2 234	13,4	6,0	Survie
15	2 485	15,0	6,0	Survie
16	2 781	27,8	9,9	Mort
17	2 479	24,8	10,0	Mort
18	2 575	26,0	10,0	Mort

Dans cet essai, le n° 8 était une femelle gravide ; l'intoxication, malgré la faible dose reçue, lui a été fatale. Ce cas mis à part, les doses léthales partielles s'étendent entre 5 et 10 mg/kg alors qu'ingérées dans un appât ces doses se sont montrées nettement subléthales. Nous voyons donc que comme cela se rencontre souvent la dilution du produit dans l'appât entraîne une augmentation considérable de la dose léthale.

3° *Intoxication chronique par ingestion forcée avec des doses renouvelées de toxique.* — Le mode opératoire est le même que ci-dessus. Les 3 essais sont résumés comme suit :

Essais	Jour n°	Poids en g	Quantité de toxique		Résultats
			reçue	au kg de poids vif	
A	1	2 785	28,0	10,1	Survie
	3	2 730	42,0	15,4	Survie
	6	2 610	46,8	17,9	Survie
	8	2 500	85,0	34,0	Mort
B	1	2 378	23,4	9,8	Survie
	3	2 340	35,2	15,0	Survie
	6	2 250	56,0	24,9	Survie
	8	2 150	70,0	32,5	Mort
C	1	2 408	24,0	10,0	Survie
	3	2 390	36,0	15,0	Survie
	6	2 300	48,0	20,1	Survie
	8	2 180	70,0	32,0	Mort

Malgré l'irrégularité des doses et des dates auxquelles ces doses ont été administrées, nous voyons en comparant ces chiffres avec les précédents que nous élevons notablement la dose léthale des animaux expérimentés.

Il convient d'ajouter d'ailleurs que les 3 animaux expérimentés étaient des rescapés des précédents essais ; malgré un long temps de repos, il n'est pas impossible que la survie des 3 animaux à la dose de 10 mg/kg le premier jour puisse de ce fait, s'expliquer.

III. — Essais sur Chats et Poules

Le produit a été administré sous forme solide dans des pilules à base de talc et de sirop à deux chattes dans les conditions suivantes :

N°	Poids	Reçu	Résultat
1	3 253 g	15 mg/kg	Mort
2	2 272 g	10 mg/kg	Mort

Ces essais montrent que la toxicité du 2 chloro- 4 diméthylamino- 6 méthyl pyrimidine à l'égard du chat paraît élevée. Elle semblerait comparable à la toxicité de ce produit sur lapins. Les symptômes de l'intoxication sont les mêmes pour les chats et les lapins que ceux relevés sur les rats.

Nous avons fait 4 essais sur 3 poules avec des grains de blé préparés à 1 p. 1000 de toxique. Cet appât est donné en gavage. Les doses reçues sont les suivantes :

3,4 5,5 10,6 et 26,5 mg/kg.

Tous les animaux ont survécu. Les doses léthales du 2 chloro- 4 diméthylamino seraient donc plus élevées sur volailles que sur mammifères.

Conclusion

La dose léthale médiane du 2 chloro- 4 diméthylamino- 6 méthyl pyrimidine est de l'ordre de 4,38 mg/kg de poids vif à l'égard du Rat blanc. La sensibilité du chat et du lapin à l'égard de ce produit apparaît du même ordre de grandeur : entre 5-10 mg. Nous avons relevé une diminution de la toxicité avec la dilution des appâts et une forte accoutumance des rats et des lapins à l'égard de ce toxique.

Note reçue le 26 avril 1952.

DOCUMENTATION

PATHOLOGIE VÉGÉTALE

ROGER (L.). — **Phytopathologie des pays chauds**, préface de A. Maublanc, tome I, 1126 p., 153 fig., L. Chevalier, éditeur, 1951.

Ce livre représente le premier tome d'un traité sur les maladies des plantes tropicales. Il s'agit là d'un ouvrage considérable par l'étendue du sujet traité. M. MAUBLANC fait justement remarquer dans sa préface qu'il est peu probable « qu'un traité général conçu sur le plan de celui de M. ROGER puisse être édité dans l'avenir ». Nous devons d'autant plus nous réjouir d'avoir aujourd'hui à notre disposition cette mise au point d'ensemble.

La moitié environ de ce premier tome est consacrée aux généralités. Ces développements intéresseront autant les phytopathologistes de la métropole que ceux-d'outre mer. Ce sont en effet les grands principes de la Pathologie végétale qui s'y trouvent exposés et leur valeur reste universelle même si les exemples sont souvent choisis parmi les maladies des plantes tropicales. — Un bref historique retrace les principales étapes de la Pathologie végétale. L'auteur définit ensuite avec bonheur l'état pathologique qui est une rupture de l'équilibre physiologique de la plante provoquée par un facteur quelconque défavorable à la vie de la plante. Il souligne également les différences profondes qui séparent les processus pathologiques envisagés chez la plante ou chez l'animal.

L'étude de la tératologie précède celles des maladies proprement dites. Parmi ces dernières l'auteur envisage tout d'abord celles qui sont provoquées par des actions externes de nature non parasitaire : action du froid, de la chaleur, de l'humidité, des coups de soleil, accidents dus à une mauvaise texture du sol, à la présence dans ce dernier d'éléments toxiques ou au contraire à des carences etc... L'action des traumatismes, les processus de cicatrisation, la formation des thyles, les gommoses sont encore envisagés. — Les maladies parasitaires sont l'objet de développements étendus. L'auteur remarque avec raison qu'à ce point de vue les conceptions du phytopathologiste ne coïncident pas toujours avec celles du biologiste. En effet le point de vue économique domine nécessairement ses jugements. Certains dégâts susceptibles de compromettre la qualité de la récolte seront considérés par lui comme graves même s'ils ne compromettent nullement la vie de la plante. — La symbiose est étudiée assez longuement. ROGER reprend ici la définition d'HERTWIG. La symbiose représentant pour lui « la vie en commun, d'une façon permanente, d'organismes spécifiquement distincts et ayant des fonctions et des besoins vitaux complémentaires ».

La symbiose réalisée chez les Lichens, les mycorhizes, les associations entre des Bactéries et des végétaux supérieurs sont discutées en détail. Les exemples cités conduisent l'auteur à conclure que la symbiose est en définitive un mode d'association souvent instable se rattachant à un parasitisme atténué ou même au commensalisme.

Les moyens de défense des végétaux contre l'infection sont ensuite passés en revue. L'auteur croit à l'existence réelle de la formation d'anticorps chez les végétaux tout en admettant que leur rôle pratique comme moyen de défense reste faible. Les effets du parasitisme et les phénomènes pathologiques sont envisagés dans un chapitre important qui se termine par l'examen des méthodes utilisées pour l'évaluation de l'importance des dégâts (méthodes de Naoumov et de Ducomet). Ces évaluations restent d'ailleurs fort difficiles et souvent peu précises malgré l'apparente rigeur des formules. Les problèmes posés par la genèse, la propagation, l'évolution et l'avenir des parasites et des maladies ne sont pas négligés. L'action du dépaysement, des « hôtes-ponts » (bridging hosts) le rôle de l'homme, sont mis en évidence. Enfin les méthodes de lutte sont longuement développées : création de variétés résistantes, lutte chimique etc.

Tous ces chapitres sont d'une lecture facile. L'auteur n'abuse pas des termes techniques qui n'ont parfois d'autre rôle que de jeter de la poudre aux yeux des lecteurs non initiés, d'ajouter des difficultés artificielles à celles qui tiennent à la nature même des choses et de créer un voile d'obscurité dont les esprits médiocres sont seuls susceptibles de tirer quelque bénéfice. L'exposé de l'auteur ne présente rien de révolutionnaire. Il est consciencieux, clair, documenté. C'est l'essentiel de ce qu'on peut lui demander.

La deuxième partie du tome est consacrée tout d'abord aux généralités sur les champignons. L'auteur signale, avec raison, que les problèmes de systématique n'ont qu'une importance secondaire pour le phytopathologiste. On se demande, dans ces conditions, pour quelle raison son choix ne s'est pas orienté vers une classification plus simple que celle qui est adoptée ici. Le tableau de phylogénie des champignons paraît superflu et, de plus, il manque vraiment de clarté. Les principales maladies provoquées par des Champignons inférieurs et des Basidiomycètes sont enfin envisagées.

Une œuvre aussi vaste nous invite à admirer le courage de son auteur. Elle rendra les plus grands services à tous les phytopathologistes. La suite mérite d'être attendue avec impatience.

P. L.

LIMASSET (P.) et DARPOUX (H.). — **Principes de pathologie végétale**, 2e édition, 1 vol., 334 p., Dunod éditeur, 1951.

Cette nouvelle édition réalisée avec la collaboration de M. DARPOUX est notablement plus développée que la précédente. Le nombre des maladies traitées est plus élevé. Des chapitres nouveaux ont été introduits. Enfin les généralités sont plus longuement développées. L'esprit de l'ouvrage reste le même. Il s'agit d'une simple introduction à la Pathologie Végétale destinée à des lecteurs ayant une certaine culture biologique.

P. L.

LIMASSET (P.). — **Les phénomènes de résistance à l'infection et d'immunité dans les maladies à virus des plantes.** *Rev. Path. comp. et Hyg.*, L, 618, p. 389-391, 1950.

L'A. étudie, dans cette courte note de mise au point, les divers facteurs de la résistance spécifique : immunité, résistance relative, tolérance, hypersensibilité. La prémunition est ensuite envisagée. L'exposé se termine enfin par quelques données relatives aux réactions immunitaires provoquées chez les animaux par les virus des plantes.

P. L.

LIMASSET (P.). — **Aperçu de la Pathologie Végétale.** *Rev. Path. comp. et Hyg. gén.*, Li 629, p. 397-202, 1951.

L'A. tente de dégager, à l'intention d'un public médical, certains caractères de la Patho logie végétale en marquant surtout ceux qui la distinguent de la Pathologie humaine ou animale soit fondamentalement, soit au point de vue des méthodes de travail.

P. L.

LIMASSET (P.). — **L'infection chez les végétaux.** *Rev. Path. comp. et Hyg. gen.*, LI, 63, p. 635-654, 1951.

L'infection chez les végétaux est typiquement locale, sauf dans le cas des maladies à virus. En l'absence de toute intervention volontaire ou inconsciente de l'homme, l'évolution concomitante des parasites et de leurs hôtes aboutit à un certain état d'équilibre. Les épidémies les plus destructrices proviennent de perturbations apportées dans cet équilibre par les méthodes de culture et bien davantage par le dépaysement des végétaux. Une plante transportée sur un nouveau continent peut apporter sur celui-ci des parasites nouveaux qui s'attaquent à des plantes n'ayant pas eu de contacts avec eux, donc dépourvues de moyens de défense. Il arrive également que ce soit la plante transplantée elle-même qui souffre, dans son nouveau milieu, de parasites avec lesquels elle n'avait jamais eu de contacts.

L'équilibre morbide aboutit dans les cas les plus favorables à la tolérance ou même à la symbiose. Les équilibres moins parfaits sont simplement statistiques et aboutissent globalement à une limitation des dégâts permettant le maintien de l'hôte dans les conditions naturelles.

P. L.

STAPP (C.) et BARTELS (R.). — **Uber den Einfluss von Keimhemmungsmitteln auf den serologischen X-virus nachweis in Kartoffel dunkelkeimen.** (Influence des produits inhibant la germination sur le diagnostic serologique du virus X sur germes ayant poussé à l'obscurité.) *Nachrihenblatt Deut. Pflan z.*, II, 12, p. 186-187, 1950.

D'après HEFFERBERT d'une part et ORTH d'autre part, on peut appliquer aux tubercules de Pomme de terre certains inhibiteurs de germination sans nuire ultérieurement à celle-ci ni diminuer la récolte. Les A. ont recherché si ces traitements étaient de nature à nuire ultérieurement au diagnostic serologique du virus X sur des germes développés à l'obscurité. Les essais ont porté sur les var. *Krebsfeste Kaiser Krone* et *Direktor Johanssen*

traitées par des produits à base de Phenyluréthane (100 g pour 50 kgs correspondant à la dose utilisée pour les tubercules destinés à la consommation) et acide carbanylique iso propylester. Les tubercules traités étaient portés dans un sous-sol frais pendant 4 semaines. Ils étaient ensuite brossés à l'eau courante pour éliminer la poudre et portés dans un germoir obscur à 21°. Les tests étaient effectués 4 semaines 1/2 à 6 semaines 1/2 plus tard. La détection du virus X était réalisée dans 100 p. 100 des cas (25 tubercules par combinaison de traitements).

P. L.

STAPP (C.) et BARTELS (R.). — **Die serologische Nachweis des X virus in Augenstecklingen.** (Le diagnostic serologique du virus X dans les boutures de germes.) *Nachricht.*, III, 8, p. 117-118, 1951.

En pleine terre, le virus X n'est décelable serologiquement que trois semaines après la plantation. Dans un premier essai effectué avec des tubercules de trois variétés infectées de façon chronique, les tubercules sont traités avec le mélange de Rindite pour rompre le repos, les germes sont ensuite repiqués. Une épreuve serologique effectuée 3 semaines plus tard fournit 100 p. 100 de résultats positifs ; il en est de même au bout de 6 semaines, malgré un étiolement prononcé. Dans un autre essai effectué avec les 3 variétés précédentes et des tubercules de plantes d'autres variétés inoculées artificiellement en 1950, sans traitement de rupture de repos le diagnostic est excellent au bout de trois semaines. Les substances inhibitrices de germination ne troublent donc pas le diagnostic serologique.

P. L.

STAPP (C.) et BARTELS (R.). — **Ein weiteres Beitrag zum serologischen Nachweis des X virus in kartoffeldunkelkeimen.** (Nouvelle contribution à l'étude du diagnostic serologique du virus X sur des germes de Pommes de terre développés à l'obscurité). *Nachrichtenblatt*, III, 10, p. 145-147, 1951.

Les A. rappellent les résultats antérieurement obtenus avec leur méthode. Le facteur d'insécurité est de 2 p. 100 environ en opérant correctement. L'inconvénient est de ne pouvoir commencer les tests qu'au mois de février. Les essais de rupture de repos au chlorure d'éthylène ou par action du froid, sans nuire aux tests, n'ont pas permis d'avancer ceux-ci. En 1950-51 les A. ont essayé dans le même but le mélange Rindite, d'après DENNY (chlorure d'éthylène, dichlorure d'éthylène, tétrachlorure de carbone en proportion 7-3-1). Les résultats obtenus ne sont que des préliminaires mais paraissent intéressants. Les essais portaient sur 30 variétés de Pomme de terre, les unes porteuses chroniques du virus X, les autres inoculées avec une souche issue de *Flava*. Le traitement était effectué dans des récipients en verre avec couvercle étanchéisé à l'aide de vaseline. Les récipients avaient une contenance de 28 cc et on utilisait 0,5 ml de mélange (sept., octob. et novembre) puis 0,25 ml (décembre) par litre à l'intérieur de l'enceinte. Sur 30 variétés éprouvées les détections réussissaient à 100 p. 100 sur 23 en septembre, sur 25 en octobre (sans rapport avec la précocité) et sur la totalité en décembre, alors que les témoins présentaient de nombreuses défections.

Le traitement au Rindite est sans inconvénients et permet d'avancer l'époque des tests au moins pour certaines variétés. Les dégâts sont faibles surtout si on utilise seulement 0,25 cc par litre. Un surdosage provoque la formation de germes fins donnant peu de jus. Il faut alors écraser les germes en bouillie. Celle-ci est placée dans un tube de centrifugeuse avec 2 à 3 cc de solution de SO_4Na_2 à 0, 5 p. 100. La faible quantité de liquide de surnageant suffit au test.

P. L.

STAPP (C.) et BARTELS (R.). — **Der Serologische Nachweis des X-virus in Dunkel keimen der Kartoffel knolle.** (Le diagnostic serologique du virus X dans les germes de tubercules de Pomme de terre développés à l'obscurité.) *Der Zuchter*, XX, 172, p. 42-47, 1950.

La température de 21° est la plus favorable pour la conservation des tubercules destinés à la production des germes testés. C'est seulement à partir du mois de janvier que la détection a été réalisée dans de bonnes conditions avec les variétés étudiées (85 p. 100 de détection en octobre contre 100 p. 100 en janvier). La rupture du repos au chlorure d'éthylène est sans inconvénients mais n'a pas permis d'avancer la période favorable au diagnostic. Dans la pelure la quantité de virus est trop faible pour se prêter à un diagnostic pratique. Dans les germes très longs l'extrémité est pauvre en virus. Il faut utiliser seulement la base pour les épreuves.

P. L.

GUPTA (G. M.) et PRICE (W. C.). — **Mechanism of inhibition of plant virus infection by fungal growth products.** (Mécanisme de l'inhibition de l'infection des plantes par des virus telle qu'elle est réalisée par des produits synthétisés par des champignons). *Phytopatho*, XLII, I, p. 45-51, 1952.

L'A. passe en revue l'action d'un certain nombre d'inhibiteurs de virus (extraits de champignons, de plantes supérieures, enzymes, serums, lait etc....) et montre que l'action inhibitrice a été attribuée tantôt à l'inactivation du virus, tantôt à une inhibition de la sensibilité de la plante test.

Leurs essais portent sur l'action inhibitrice d'extraits du *Trichothécium roseum* sur les virus de la Mosaïque du Tabac, de la Nécrose du Tabac et de la Southern bean mosaic. Les tests étaient réalisés sur des plantes réagissant par lésions locales, l'inoculation étant effectuée à l'aide d'un mélange de virus et d'inhibiteur ou à l'aide de virus pur après application de l'inhibiteur. Le degré d'inhibition était mesuré par numération des lésions locales par rapport à un témoin.

Les résultats des essais réalisés en additionnant une gamme de dilutions d'inhibiteur à une quantité constante de virus fournissent une courbe qui ne cadre pas avec l'hypothèse selon laquelle l'inhibiteur agit sur le virus. Par contre les courbes en coordonnés logarithmes produits obtenus en faisant varier les dilutions d'inhibiteurs pour une quantité de virus constante peuvent s'interpréter indifféremment en admettant qu'il y a soit activation du virus, soit diminution de la sensibilité de la plante test. Il suffit d'admettre, les courbes étant des droites, que ces caractères sont normalement distribués. Enfin d'autres essais montrent que si l'on dilue le mélange d'inhibiteur et de virus, le pouvoir infectieux remonte. Ce résultat est compatible avec les deux interprétations. Par contre les auteurs ont pu montrer qu'il est possible d'extraire le virus actif hors de son mélange avec l'inhibiteur, par hypercentrifugation. Ceci paraît bien montrer que l'inhibiteur n'inactive pas le virus mais agit sur la plante hôte. On constate de plus (exp. réalisées sur la *Southern bean mosaic*) que l'inhibiteur agit d'autant mieux qu'il a été appliqué plus longtemps avant l'inoculation (0 à 80 min.) comme si son action sur les cellules de l'hôte se faisait sentir progressivement. Le contact entre l'inhibiteur et le virus n'est d'ailleurs peut-être pas nécessaire à l'établissement de l'inhibition. Celle-ci reste très nette si l'application de l'inhibiteur est réalisée à la face inférieure de la feuille et l'inoculation à la face supérieure. Peut-être d'ailleurs l'inhibiteur traverse-t-il les sept assises de cellules séparant les deux épidermes dans la feuille du haricot.

Enfin l'effet inhibiteur varie avec la plante hôte utilisée, ce qui confirme encore l'action de produit sur l'hôte et non sur le virus.

P. L.

KUTSKY (J.) et RAWLINS (T.E.). — **Inhibition of virus multiplication by naphthalène acetic acid in Tobacco cultures as revealed by a spectrophotometric method.** (Etude, réalisée à l'aide d'une méthode spectrophotométrique, de l'inhibition de la multiplication d'un virus par l'acide naphtalène acétique dans des cultures de tissus de Tabac). — *J. Bact.*, LX, 6, p. 763-766, 1950.

Les A. ont mis au point une méthode spectrophotométrique pour les recherches de chimiothérapie. Des sections épaisses de 2 ou 3 mm des entrenœuds supérieurs de jeunes Tabacs infectés par le virus de la Mosaïque de Tabac étaient cultivées sur un milieu nutritif gélosé ajusté au pH6 et maintenus à 31°. Pour la détermination de la teneur en virus, les sections congelées étaient homogénisées pendant une minute et soumises à une dialyse. Le liquide contenu dans le sac de dialyse était alors centrifugé et la densité optique de la partie surnageante mesurée à 260μ au spectrophotomètre de Beckman.

Le liquide des tiges infectées depuis 8 jours a une densité optique trois fois plus élevée que celle des extraits de tissus sains. La méthode permet de déceler des différences de 15 p. 100 dans la concentration du virus. Des cultures de tissu traitées avec une concentration 10^{-4} d'acide naphtalène acétique contient seulement 0,2 à 4 fois la quantité de virus présente dans les cultures non traitées. Ce produit était le seul, parmi beaucoup d'autres essayés, qui diminuât la concentration du virus dans les cultures de tissus sans être toxique.

P. L.

MILLER (P.W.) **Studies on the mechanical transmission of Strawberry yellows.** — (Etudes sur la transmission mécanique de la jaunisse du Fraisier). *Plant Dis. Reptr.* XXXV, 4, p. 179-180, 1951. *R. A. M.* XXX., 11-p.

Peu de virus des Rosacées ont été transmis par voie mécanique. Au cours d'essais réalisés à Corvallis (Oregon) en ajoutant du sulfite de soude à M 100 aux jus extraits de Fraisiers *Marshall* infectés par le virus du « Stwrberry yellows » (= virus du *yellow edge*) l'inoculation mécanique a pu être réalisée avec succès sur 2 plantes (sur 32 éprouvées) d'un clone

sain d'East Malling. L'irrégularité de la transmission est attribuée à la fois aux propriétés du virus et des constituants de l'hôte. Le virus entre probablement en contact au cours de l'extraction, avec des précipitants des protéines. Ces substances sont probablement si abondantes qu'après action sur les protéïnes de la feuille l'extrait aqueux en contient encore assez pour précipiter pratiquement tout le virus.

P.L.

PRICE (W.C.) et WEAVER (E.P.). — **Complément fixation as amethod of differenciating mutant strain of Tabacco mosaic virus.**(Utilisation de la fixation du complément pour la différenciation d'un mutant du virus de la Mosaïque du Tabac) *Phytopatho* XLII. 1, p, 16, 1952.

La fixation de complément est utilisable suivant trois voies différentes pour distinguer les mutants du virus de la Mosaïque du Tabac. (Essais avec six souches). On peut d'abord saturer par l'antigène hétérologue et observer la réaction résiduelle en présence de l'homologue. En second lieu les souches suffisamment différentes ont une limite de dilution nettement plus faible avec l'imnuserum hétérologue qu'avec l'homologue. Enfin les souches se différencient par le poids optimum d'antigène réagissant à l'optimum avec l'immunserum spécifique.

P.L.

COMMONER(B.), MERCER (F.L.) MERRIL (P.) et ZIMMER (A.J.). — **Microanalytical determination of the rate of Tobacco Mosaic virus synthesis in Tobaco leaf tissus.**(Détermination, à l'aide de microanalyses, de la marche de la synthèse du virus de la Mosaïque du Tabac dans des feuilles de Tabac.) *J. biol. Chem.* XXVII, 2, p. 271-286, 1950 R.

Etude de la multiplication du virus de la Mosaïque de Tabac dans des fragments de feuilles à l'aide d'une microméthode. Le développement du virus dans la feuille inoculée suit une courbe exponentielle. La synthèse du virus débute 30 h après l'inoculation. Des quantités décelables de virus sont mises en évidence après 72 h et augmentent rapidement au bout de 100 ou 200 h. Dans cette période la quantité de virus double toutes les 24 h. Ensuite il n'y a plus de développement du virus. Les quantités maximums de virus produites dans ces conditions sont comparables à celles que l'on observe dans les feuilles de Tabac atteintes d'infection générale.

P.L.

BARTELS (R.). — **Uber Versuche zur Herstellung eines Antiserum gegen Kartoffel Blattrollvirus.** (Essai d'obtention d'un immunserum. réagissant avec le virus de l'Enroulement de la Pomme de terre). *Nachrichtenblah* II, 3, 1950.

Essais négatifs d'obtention d'un sérum permettant le diagnostic de l'Enroulement de la Pomme de terre. Les essais ont été réalisés en utilisant, pour l'inoculation de la Souris et du Lapin, des jus de *Physalis angulata* inoculés à l'aide du *Myzus persic.ae*

P.L.

BLACK (L.M.), BRAKKE (M.K.) et VATTER (A.E.). — **Partial purification and electron microscopy of Tomato spotted wilt virus.** (Purification partielle et examen au microscope électronique du virus du « spotted wilt » (maladie bronzée) de la Tomate). *Phytopatho* XLII, 1, p, 3, 1952.

Les travaux ont été poursuivis sur une souche du virus du spotted wilt selectionnée en raison du grand nombre de lésions locales sur le Tabac. Cette souche était maintenue sur le *Nicotiana rustica*. Le Tabac servait de plante test pour les épreuves de pouvoir infectieux (turkish tobacco). Le travail de purification était effectué à 0°. Des photographies au microscope électronique ont permis d'observer des particules ellipsoïdes dont le grand diamètre varie de 90 à 120 mμ.

P.L.

BHARGAVA (K.S.). — **Some properties of four Strains of Cucumber mosaic virus.** (Quelques propriétés de quatre souches du virus de la Mosaïque du Concombre). *Ann. appl. Biol.* XXXVIII, 2p. 377-388, 1951.

L'A, a isolé de l'Épinard, en 1945, un virus rapporté à la Mosaïque du Concombre, très intéressant notamment par sa faculté de fournir des lésions comptables sur le Tabac. Il y avait au moins deux souches, sur cet Épinard ; l'une appelée « Spinach strain » isolée d'une lésion locale produite sur Tabac par le *Myzus persicae* a des propriétés très spéciales. l'A a également étudié une souche isolée de *Primula obconica* (« *Primula Strain* »). Enfin deux

autres souches fournies à l'A. par K.M. SMITH ont été étudiées en comparaison : « turnip strain » et « yellow strain ».

Les diverses souches diffèrent par leur liste d'hôtes, les symptômes provoqués et leur virulence pour les divers hôtes. Il y a des variations saisonnières de virulence sur certains hôtes : le Haricot apparemment immun en été fournit en Hiver des lésions locales utilisables pour les essais quantitatifs. (En été l'auteur effectue ceux-ci sur le *Vigna sinensis*). Sur la Tomate l'A confirme l'observation de P. LIMASSET et H. AUGIER de MONTGREMIER qui ont montré que le virus de la Mosaïque du Tabac en infection combinée avec le virus dela Mosaïque du Concombre augmente la tendance de ce dernier à provoquer le « Fern leaf ». Cependant les 4 souches seules donnent occasionnellement des « Fern leaf » et ceci d'autant mieux que les plantes sont infectées jeunes.

Les quatres souches peuvent être inoculées au *Phytolacca esculenta*. A la suite d'autres chercheurs l'auteur a constaté qu'il était difficile de transmettre mécaniquement le virus prélevé sur *Phytolacca esculenta* à d'autres plantes, probablement parce que le jus contient une glycoprotéine qui agit comme inhibiteur. L'action de l'inhibiteur est plus faible si l'on réalise l'inoculation de *Phytolacca* à *Phytolacca* que de *Phytolacca* à Tabac.

Les quatre souches infectent la Betterave. On observe d'abord des lésions locales chlorotiques ou nécrotiques suivies d'une infection générale caractérisée par une Mosaïque accompagnée de rabougrissement et d'une réduction de taille de feuilles. L'infection ne se généralise pas toujours. La généralisation est favorisée par l'usage d'abrasif et l'inoculation de tissu jeune. Lorsque les pucerons piquent des feuilles périphériques, l'infection reste locale. Le virus est difficile à transmettre de Bettrave à Tabac avec le jus non dilué (20 p. cent de plantes atteintes). Si l'on dilue le jus 10 ou 100 fois, la proportion de plantes contaminées augmente et avoisine 100 p. 100. Il y a donc un inhibiteur, mais moins actif que celui du *P. esculenta*.

La limite de dilution du virus dépend largement de la souche de virus et de la méthode d'inoculation. La température d'inactivation a été déterminée par l'inoculation au Tabac, après 10 minutes de chauffage (échantillon de 2ml). On a trouvé 55-60° pour la « Yellow strain » et 65-70° pour les autres, mais les épreuves de lésions locales montrent que les quatre souches perdent déjà une grande partie de leur pouvoir infectieux au-dessous de 50°. Le virus de la Mosaïque du Concombre serait un de ces virus qui ont un faible coefficient de température et dont la perte de pouvoir infectieux n'est pas en relation étroite avec la dénaturation des protéines. D'autres virus tels que le Bushy stunt de la Tomate et le virus de la nécrose du Tabac sont inactivables par chauffage prolongé au dessous de la température d'inactivation en 10 mn. De même le virus de la Mosaïque du Concombre peut être inactivé par chauffage prolongé à 40°. Le *Myzus persicae* est un meilleur vecteur que le *M. ornatus* qui est lui-même plus actif que le *Macrosiphum Euphorbiae*. La plupart des pucerons perdent leur pouvoir infectieux en une à cinq minutes.

P.L.

MULDER (D.). — **Stenigheidin Peren.** (Le « Stony pit » des poires.) *Overdrukuit Mededelingen* XIV, p. 357-361, 1951.

La maladie à virus des poires pierreuses est commune en Hollande bien qu'en général les dégâts ne soient pas très graves. La transmission n'a été obtenue que par greffage. Certaines variétés de Poiriers présentent en outre des taches nécrotiques sur l'écorce. La présence du Stony pit sur la variété Belle de Trévoux est en outre affectée par les conditions climatologiques. La méthode de lutte consiste à choisir des arbres sains et à surgreffer les arbres malades avec des variétés résistantes telles que « Bon Chrétien William ». Les zones chlorotiques sur les feuilles décrites par les auteurs américains n'ont pas été observées en Hollande.

P.L.

WILLISON (R.S.). — **Virus disease of fruit I- Some field observations on virus like symptoms on stone fruits in southern England.** (Maladies à virus des arbres fruitiers I. = Observations, dans les vergers, de symptômes évoquant ceux des maladies à virus sur des arbres fruitiers à noyau dans le sud de l'Angleterre). *Rep. agric. Res. Sta. Bristol.* p. 64-67, 1949.

Inspection effectuée en 1949 dans des vergers de Cerisiers et de Pruniers dans le Kent, le Somersetn, le Herefordshire et le Gloucestershire.

Dans le Herefordshire, beaucoup de Cerisiers de la var. *Frogmore* ont des feuilles longues et étroites, souvent mosaïquées, avec des taches nicrosées. La vigueur est notablement atteinte. Sur les variétés *Noble*, *Merton Heart*, *Merton Bounty* et *Merton Favorite* on observe souvent un gommose. Sur *Noble* les dégâts sont accentués et les feuilles s'enroulent parallèlement à la nervure principale. Dans la var. *Ronald's Black* a Crankbrook, dans le Kent, les feuilles sont étroites et asymétriques avec des bords irréguliers, des décolorations en

lignes ou en Mosaïque et des taches nécrosées. Les entrenœuds sont courts et les fruits pointus et secs. A Owen's Court, dans le Kent, des arbres de la var. *Napokors* âgés de 25 à 30 ans ont été signalés pour leur faible croissance et leur production relativement peu élevée depuis plusieurs années, tandis que leurs feuilles montraient une Mosaïque prononcée et de petits anneaux décolorés.

Sur divers arbres de la var. *Early Rivers* on pouvait distinguer toute une série de symptômes : 1° taches nécrotiques avec perforations marquées au milieu de l'été. Fruit petit et de maturation inégale ; 2° feuilles étroites et mosaïquées ; 3° anneaux décolorés et « vein clearing » ; 4° petites taches blanches en Mosaïque sur certaines feuilles, taches en anneaux sur d'autres ; 5° anneaux verdâtres ou lignes sinueuses apparaissant en général isolément ; 6° anneaux et lignes grossières jaune-verdâtres à jaunes ou brun-rougeâtres, accompagnés de légères nécroses.

Dans beaucoup de vergers les Pruniers présentent des lignes vert-jaunâtres. Sur certaines variétés on observe du « vein clearing ». Dans un verger du Nord Somerset, la var. *Monarch* présente de la Mosaïque avec chute des feuilles prématurée, les arbres atteints étant très minces et épars. Une Mosaïque jaune atteint au moins un arbre de la var. *Belle de Louvain* poussant au voisinage d'un Pommier atteint de Mosaïque, dans un verger du Kent. Dans de nombreuses serres les Pêchers greffés sur Pruniers présentent des anneaux, lignes sinueuses ou Mosaïque.

Il est probable que le phénomène d'incompatibilité est dû en grande partie aux manifestations des virus et le problème du porte-greffe doit être repris à ce point de vue.

P.L.

MILLER (P.W.). et ALDRICH (F.D.). — **Studies ont the detection of viruses in the leaves of Strawberries by the Lindner Staining procedure.** (Essais de détection de virus dans les feuilles de Fraisiers par la réaction colorée de Lindner). *Plant Dis. Rept.*, XXXV : p. 131-133, 3,1951.

De nombreux tests ont été réalisés sur le Fraisier à l'Oregon Agricultural expériment Station pour l'application de la technique de coloration de LINDNER à la détection des virus du Fraisier. Ces essais ont été effectués sur trois espèces botaniques (*F. Chilœnsis*, *F. vesca* et *F. ovalis*), 8 variétés cultivées et 25 hybrides non baptisés. Les plantes présentant un *yellow edge* et un *crinkle* grave réagissent positivement à la coloration de Lindner. Dans le cas du Yellow edge une coloration rose ou rouge affecte les tissus conducteurs des feuilles, spécialement la nervure principale et les nervures secondaires. Dans le cas du crinkle ce sont des taches localisées ou diffuses sur le limbe lui-même. Malheureusement dans les deux cas, les plantes peu atteintes donnent des réactions contradictoires. La méthode est donc sans intérêt pratique.

P.L.

SMITH (H.E.) MOORE (J.D.). — **Dodder transmission of Strawberry viruses.** (Transmission des virus du Fraisier par une Cuscute). *Phytopatholo* XLII, 1-p, 20, 1952.

Transmission de virus du Fraisier au *Fragaria vesca* à l'aide de la *Cuscuta subinclusa*. Le virus 1 était transmis dans 26 p. 100 des cas, les symptômes apparaissant en 11 à 17 j, le virus 2 était transmis dans 46 p. 100 des cas avec extériorisation en 25 à 40 jours. Un troisième isolat provoquant de graves symptômes de choc (enroulement des feuilles vers le bas, chlorose irrégulière, rabougrissement) suivi d'un masquage était transmis à 33 p. 100 avec apparition des symptômes en 28-38 jours. La proportion d'infection par virus était amenée à 75 p. 100 quand les plantes inoculées étaient maintenues à l'obscurité pendant 3 j. à partir du moment où l'on plaçait la Cuscute. Le virus 1 était également transmis par *Curcuta guvonii*.

Le virus 1 put être transmis à l'*Asclepias syriaca* par l'intermédiaire de la *Cuscuta subinclusa* (symptômes en 14-23 j). On observe des taches chlorotiques itrrégulières parfois suivies par une chlorose générale, des nécroses et une défoliation. La transmission se fait d'*Asclepias* à *Asclepias* par greffage. Les essais de transmission du virus à des plantes indicateurs à partir de l'*Asclepias* (par Cuscute) n'ont pas provoqué les symptômes du virus S.

P.L.

PRENTICE (I.W.), WOOLCOMBE (T.M.). — **Resolution of strawberry virus complexes-IV. The latent period of virus 3 in the vector.** (Analyse des complexes de virus du Fraisier-IV. La période de latence du virus 3 dans l'organisme de l'insecte vecteur). *Ann. appl. Biol.* XXXVIII, 2 p., 389-390, 1951.

PRENTICE (1949) a déjà rendu compte de la séparation du virus 3 chez des Fraisiers atteints de « severe crinkle » et supposé que ce virus persistant avait une période d'incubation

très longue. Cette période d'incubation (latent period) est la période qui s'écoule à partir du moment où le puceron est resté sur la plante-source assez longtemps pour acquérir le virus, jusqua' l'instant où il devient capable de transmettre les maladies.

Bawden a indiqué que la période d'incubation débute au moment où l'insecte quitte la plante-source, même si la durée du repas contaminant est plus longue que le temps nécessaire à l'acquisition des virus. Les résultats de l'auteur sont en contradiction avec cette hypothèse. En effet si on additionne la durée du séjour des pucerons sur les plantes-sources de virus et le temps au bout duquel l'inoculation est possible on trouve une durée comprise entre 10 et 23 jours. Par exemple, des pucerons restés 10 jours sur la plante source provoqueront l'infection d'une plante saine au bout de 4 à 10 jours, tandis qu'il faudra souvent moins d'un jour à des pucerons maintenus 16 jours sur la plante saine. On peut admettre en moyenne une période d'incubation de 12 à 16 jours à partir du début de repas contaminant. Cette période d'incubation est la plus longue de celles qui aient été constatées chez des pucerons.

P.L.

ZOOLOGIE AGRICOLE

Frickinger (H.W.). — **Praktischer Vogelschutz.** (Pratique de la Protection des Oiseaux). 1 vol., 3eme éd. 48 p., Berlin, 1949.

C'est un petit manuel très clair et très précis des moyens à mettre en œuvre pour la Protection des Oiseaux. Nous n'y relevons pas de techniques vraiment nouvelles mais l'auteur attire l'attention sur le danger que font courir aux Oiseaux certains procédés de lutte contre les prédateurs des cultures. Il considère la lutte contre les Rongeurs comme le plus nocif d'entre eux.

J.G.

Neveux (A.). — **Contribution à l'étude de la diminution de la Perdrix en France. Ses causes. Moyens d'y remédier.** *Thèse de doctorat vétérinaire*, 82 pages, Paris: 1951.

Exposé clair et objectif des causes les plus vraisemblables de la diminution de la Perdrix et des remèdes qu'on peut y apporter.

J.G.

Lund (H.M.K.). — **A contribution to the Knowledge of the Biology of** *Glaucidium passerinum* **in the breeding season.** (Contirbution à la connaissance de la biologie de *Glaucidium passerinum* durant la période de reproduction). *Nytt Magasin for naturvidenskapene*. B. 88, 248-262, 1951.

L'auteur a suivi l'évolution d'un nid de Chouette chevèchette à Maridalen en Norvège. Il décrit le nid, donne le gain de poids des 3 jeunes au nid et le résultat des analyses de pelotes rejetées par les jeunes qu'il complète par l'indication des proies non consommées trouvées aux abords du nid. Il résulte de ces données que le régime alimentaire de la chevèchette est constitué principalement par des petits Passereaux (Tarin, Grimpereau famillier, Bec-Croisé, Mésange nonette et charbonnière, Rouge-queue, Roitelet, Sitelle), et secondairement par des petits Rongeurs et des Musaraignes. Contrairement à ce qui à été écrit à ce sujet, l'auteur ne pense pas qu'en Norvège tout au moins, la Chevèchette se nourrisse en outre d'Insectes.

J.G.

Heim (R.). — **Lachmöven als Schädlings bekämpfer.** (La mouette rieuse comme prédateur des animaux nuisibles ; *Die Vogelwelt*, nº 2, 73eme A. 51-53, 1952.

En 1950, une pullulation de petits Rongeurs s'est produite dans le cercle d'Eiderstedt en Schleswig-Holstein. Dans une colonie de Mouettes rieuses, il fut trouvé un grand nombre de pelotes de réjection, jusqu'à 70 par nid. Elles contenaient les restes de *Microtus arvalis* et de *M. agrestis*.

J.G.

Uttendorfer (O.). — **Neue Ergebnisse über die Ernährung der Greifvögel und Eulen.** (Nouvelles données sur le régime alimentaire des rapaces diurnes et nocturnes). Stuttgart 230p., 1952.

Ce livre fait suite au livre d'importance fondamentale publié en 1939 par le même auteur qui a consacré la majeure partie de son activité scientifique à l'étude de ce sujet. Il comporte

des compléments dus à G. Bodenstein et R. Kuhk. On y trouve des renseignements précis non seulement sur les rapaces plus communs mais également sur les plus rares comme le Gypaète, le Gyps. Enfin l'auteur a étendu sa documentation à de nombreuses espèces exotiques.

J.G.

Gerber (R.). – **Zur Ernährung junger Saatkrähen.** (Au sujet de la nourriture des jeunes Freux). *Die Vogelwelt*, nº 2, 7eme A. n., 49-51, 1952.

L'analyse du contenu du gésier de 15 jeunes poussins de Freux a montré que 7 contenaient de 2 à 26 grains d'avoine, en outre des insectes qui étaient principalement représentés par des Hannetons et des Curculionides.

J.G.

Horst (F.). — **Studien über das Brutleben der Rauchschwalbe.** (Étude de la nidification de l'Hirondelle des cheminées). *Die Vogelwelt*, nº 2, 73emeA., 41-48, 1952.

Le nid est toujours construit de façon apparente. Les deux sexes participent à son édification mais c'est le mâle qui apporte les brins d'herbe, plumes, etc... tandis que la femelle fait le mortier. La femelle est seule à couver. Pendant les premiers jours de la couvaison, elles l'interrompt souvent pour se nourrir. La couvaison dure 14 à 15 jours.

J.G.

Aellen (V.). — **Baguement des Chauves-souris dans le jura Suisse.** *L'ornithologiste*, nº 1, 49eme A, 8-17, 1952.

Le baguage des Chauves-Souris a commencé en 1945 en Suisse en vue de l'étude de la migration, de la longévité des espèces et de l'influence des dépaysements. 514 bagues ont été posées sur 9 espèces et ont donné lieu à 98 reprises sur 6 espèces. C'est le Minioptère de Schreber qui a donné les plus abondants et les plus intéressants résultats. Notons 2 reprises laissant supposer que l'attachement à la colonie ne serait pas aussi fort qu'on le pense et que des échanges de populations de colonie à colonie se produiraient.

J.G.

Beecher (W.J.). — **A possible navigation sense in the ear of Bird.** (Sur la présence possible d'un organe servant à l'orientation dans l'oreille des oiseaux). *The american Midland naturalist*, nº 2, 46, 367-384, 1951.

L'Auteur fait tout d'abord une revue de nos connaissances sur les fonctions des différentes parties de l'oreille. Il rappelle que les canaux semi-circulaires ne peuvent donner que les sensations relatives à la rotation de la tête et que les otolithes renseignent sur la position de la tête. Il pense, en outre, que l'inertie de l'air de l'oreille moyenne, est à même de renseigner l'Oiseau sur les mouvements de sa tête lorsqu'il détend le cou. Il fait remarquer en outre que chaque espèce d'oiseau a en vol une position particulière de la tête qui correspond à la mise dans un plan horizontal du canal semi-circulaire externe, ce qui permet de supposer que les oiseaux sont capables d'orienter leur tête même quand ils ne voient pas le sol. En outre, les canaux semi-circulaires verticaux étant inactifs en vol, l'oiseau doit pouvoir percevoir les mouvements des fluides contenus dans son oreilles interne qui sont provoqués par les forces de Coriolis lorsqu'il se déplace d'un lieu à l'autre. L'appareil vestibulaire de l'oreille aurait ainsi un rôle très important dans l'estimation de la force de Coriolis d'un lieu et par suite, dans l'orientation de l'Oiseau.

J.G.

Mehl (S.). — **Merkblätter und Sonderdrucke zur Rattenbekämpfung 1939-1951.** (Tracts et tirés à part relatifs à la lutte contre les Rats 1949-1951). *Bay. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschütz.* München.

C'est un recueil des diverses publications de l'auteur faites de 1949 à 1951 sur les moyens et les méthodes de lutte contre les Rats ainsi que sur l'organisation de la lutte et la législation qui la régit en Allemagne. Outre l'emploi des appâts et des poudre-poisons à base d'anticoagulant, nous noterons parmi les moyens de lutte l'emploi de mousses toxiques à épandre sur les passages des Rats ; le principe actif n'en est pas indiqué. Plusieurs tracts sont consacrés à l'emploi des pièges dont différents modèles sont décrits. Une courte description est faite d'un piège perpétuel de grande dimension qui aurait donné d'excellents résultats dans les porcheries.

J.G.

SULZER (F.G.). — **Versuch einer Naturgeschichte des Hamsters.** (Essai d'une histoire naturelle du Hamster). 197p., Hanovre et Berlin 1949.

C'est une réédition faite sous la direction du Dr. H. PETZSCH du livre original qui parut en 1774. Ce livre reste malgré son ancienneté d'une valeur fondamentale pour la connaissance de l'anatomie et de la biologie de ce Rongeur. Le texte de SULZER est suivi d'une biographie de cet auteur.

J.G.

RUSTAD (A.). — **Carnivorous behavior in the Muskrat.** (Comportement carnivore du Rat musqué). *Journal of Mammalogy*, nº 1, Vol. 33, 114, 1952.

L'Auteur rapporte l'observation qu'il a faite sur une rivière du Minnesota, au mois de décembre, de Rats musqués consommant des poissons.

J.G.

SCHILLER (E.L.). - **Studies of the helminth fauna of Alaska. V. notes on Adak Rats.** (*Rattus norvegicus* Berkenhout) **with special reference to helminth parasites.** (Etude des Helminthes de l'Alaska. V. notes sur les Rats d'Adak et leurs Helminthes parasites). *Journal of Mammalogy* nº 1, Vol. 33, 38-49, 1951.

L'établissement d'une base militaire dans l'île aléoutienne d'Adak a été suivi d'une installation de *Rattus norvegicus* aussi bien dans la partie de l'île habitée par l'Homme que dans la partie restée sauvage. 5 espèces d'Helminthes ont été trouvées parasiter *R. norvegicus* principalement *Hymenolepis fraterna* STILLES, *Trichinella spiralis* OWEN. Ce parasitisme ne constitue pas un danger sérieux pour la santé des habitants mais la présence de *R. norvegicus* est une menace certaine pour la faune des oiseaux de l'île. La lutte contre ce Rongeur s'avère comme particulièrement difficile étant donné son établissement dans toute l'île.

J.G.

SEALANDER (J.A.). — **Survival of Peromyscus in relation to environmental Temperature and acclimation at High and Low temperatures.** (La survie des Peromyscus et ses relations avec la température ambiante et l'acclimatation aux hautes et basses températures). *The american Midland Naturalist*, nº 2, 46, p. 257-311, 1951.

C'est une étude très approfondie de la survie d'un petit rongeur mis au jeûne à des températures qui ont varié de — 35º à + 50º C. Le rôle du poids des individus et de l'importance des réserves graisseuses ont été étudiés ainsi que celui d'une acclimatation préablable à de hautes ou basses températures. La différence de réaction de *Peromyscus maniculatus bairdii* et de *P. m. noveboracensis* explique la répartition géographique distincte de ces deux formes d'une même espèce adaptées la première aux prairies et la deuxième à la forêt.

J.G.

PETRIDES (G.A.). — **The determination of sex and age ratios in the cottontail Rabbit.** (Détermination de la proportion des deux sexes et des différents groupes d'âge chez le Lapin de Floride). *The american Midland naturalist*, nº 2, 46, 312-336, 1951.

L'auteur étudie les différentes méthodes qui permettent de déterminer le sexe et l'âge de *Sylvilagus floridanus*. Pour la détermination de l'âge, il s'est servi de la taille, du poids, du développement des organes génitaux et aussi du degré d'ossification de l'épiphyse proximale de l'humérus qui peut être observée même sur des animaux vivants grâce aux rayons X. Dans l'Ohio et la Pennylvanie, l'application de ces méthodes montre qu'à la fin, il y a environ 6 jeunes individus pour un adulte.

J.G.

SPRUGEL (G.). — **Spring dispersal and settling activities of Central Iowa Muskrat.** (La dispersion et l'établissement du Rat musqué au printemps dans l'Iowa Central). *Journal of Science*. nº 1, vol. 26, 71-84, 1951.

L'auteur a étudié dans des terres drainées de l'Iowa Central, la dispersion de printemps du Rat musqué qui précède le choix du territoire des animaux et leur établissement dans ce territoire. Les inondations sont sans influence sur le phénomène. La température de l'air, la fonte de la neige et de la glace, le degré d'activité sexuelle, et l'intolérance sociale ont un rôle dans son déclenchement et son intensité ; mais l'un d'entre eux est à lui seul impuissant.

J.G.

WILDHAGEN (A.). — **Om vekslingene i bestanden av smagnagere i Norge 1871-1949.**. (Fluctuations des populations de petits Rongeurs en Norvège de 1871 à 1949). *Drammen* 1952, 192 pages. (En Norvégien, avec sommaire anglais).

L'auteur résume tout d'abord les données qu'il a pu rassembler sur les pullulations de petits Rongeurs et notamment de Lemmings en Norvège de 1871 à 1949. Ces pullulations se produisent tous les 3 ou 4 ans et sont à peu près synchrones pour toutes les espèces du Nord au Sud de la Norvège. Sans qu'on puisse dire qu'il y ait corrélation, il semble que les années de pullulations coïncident avec les années de température estivale élevée.

Dans une deuxième partie, l'auteur a étudié un moyen expérimental de suivre les densités de population de petits Rongeurs d'une année à l'autre. Pour cela l'auteur utilise des séries de 5 pièges placés en ligne à 10 mètres d'écartement les uns des autres ; ces lignes de pièges sont placées dans les différents milieux d'une localité et replacées aux mêmes endroits d'une période d'observation à l'autre. Les résultats de piégeage qu'il a obtenus coïncident parfaitement avec les faits d'observation.

J.G.

TABLE DES MATIÈRES

I. — Mémoires Originaux

Bonnemaison (L.). — Morphologie et biologie de la Punaise ornée du chou..... 127
Chancogne (M^lle M.). — Étude des actions ovicides : Influence des mouillants sur la toxicité du dinitrocrésylate de sodium..... 325
Chauvin (R.). — Études d'écologie entomologique sur le champ de Luzerne : I. Méthodes-Sondages préliminaires..... 61
Chauvin (R.). — Nouvelles recherches sur les substances qui attirent le Doryphore (*L. decemlineata* Say) vers la Pomme de terre..... 303
Chevaugeon (J.). — Recherches sur la Cercosporiose de l'Arachide en moyenne Casamance..... 489
Darpoux (H.), Faivre-Amiot (A.), Ridé (M.) et **Roux (L.).** - Étude des propriétés antagonistes et de quelques produits du métabolisme d'une souche d'*Alternaria solani* (E. et M.) Jones et Grout..... 423
Daviaud (R.). — Étude des méthodes de dosage du D.D.T..... 511
Guyot (L.) et **Massenot (M.).** - Dix ans d'expérimentation (1941-1950) sur la Rouille noire des céréales..... 351
Legay (J.-M.). — Le jeûne absolu et son influence sur la mue chez le Ver à soie.. 309
Limasset (P.). — Quelques remarques sur l'utilisation de la réaction de fixation du complément pour l'étude des maladies à virus des plantes..... 83
Ponchet (J.), Guntz (M.) et **Charmet (F.).** — Essais de traitement de la Carie du Blé *Tilletia tritici*. **Bjerk (Wint)** en sol infesté..... 415
Roerich (R.). — Sur le régime alimentaire des adultes de *Cantharia obscura L.*.. 329
Schvester (D.). — Premiers essais en laboratoire de formules insecticides contre le Xylebore disparate : *Xyleborus dispar* F. (Col. Scolytidae)..... 1
Vasseur (R.) et **Bianchi (M.).** — Observation sur l'emploi des huiles minérales pour les traitements de la Vigne..... 315
Vasseur (R.), Schvester (D.) et **Bianchi (H.).** - Sur l'effet aphicide de certains traitements contre le Pou de San José (*Quadraspidiosus perniciosus* Comst.)..... 339
Viel (G.), Hascoet (M.) et **Duclos (M^lle M.).** - Semi-microméthode par molybdomanganimétrie pour le dosage des dépôts laissés sur les végétaux par les composés zinciques..... 273
Zambettakis (Ch.). — Recherches sur l'Helminthosporiose de l'Œillette et son traitement..... 1

II. — Notes Phytosanitaires

Gatineau (M.). — Étude de la toxicité de la 2-chloro 4-diméthylamino 6-méthylpyrimidine sur Rats blancs et quelques animaux domestiques..... 533
Giban (J.), Saint-Léger (L.) et **Gatineau (M.).** - Toxicité de l'hexachlorocyclohexane (H.C.H.) à l'égard du canard..... 396
Hoffmann (A.). — Répertoire analytique des espèces animales nuisibles aux cultures en France (Métropole et départements d'Outre-Mer) ayant présenté d'intéressantes particularités en 1950..... 103
Hoffmann (A.). — Répertoire analytique des espèces animales nuisibles aux cultures en France (Métropole et départements d'Outre-Mer) ayant présenté d'intéressantes particularités en 1951..... 398
Martin (C.). — Contribution à l'étude des propriétés sérologiques des virus de la Pomme de terre..... 393
Martin (C.). — Isolement d'une souche du Virus Y de la Pomme de terre à partir du Dahlia et de la Tomate..... 394

Martin (C.). — Améliorations apportées à l'extraction du virus de la Mosaïque du Dahlia 395
Viennot-Bourgin (G.). — Notes de Pathologie végétale (année 1951)..... 527

III. — Documentation

I. Pathologie végétale

Andreae (S. R.) et **Andreae (W. A.).** — Le métabolisme de la scopolétine dans les tubercules de Pommes de terre sains ou infectés par des virus..... 115
Bald (J. G.) et **Hammack (M.).** — Différenciation de certaines souches du virus de la Mosaïque du Tabac se développant dans la nature de cette plante.... 284
Bartels (R.). — Essai d'obtention d'un immensérum, réagissant avec le virus de l'Enroulement de la Pomme de terre..... 543
Bhargava (K. S.). — Quelques propriétés de quatre souches du virus de la Mosaïque du Concombre 543
Bercks (R.). — Sur l'infection par le virus X de la descendance de Pommes de terre présentant une infection primaire 285
Black (L. M.). — Un virus des plantes qui se multiplie dans l'organisme de son insecte vecteur 113
Black (L. M.), Brakke (M. K.) et **Vatter (A. E.).** — Purification partielle et examen au microscope électronique du virus du « spotted wiet » (maladie bronzée) de la Tomate 543
Blencowe (J. W.) et **Tinsley (T. W.).** — Influence de la densité de plantation sur l'incidence de la jaunisse chez la Betterave à sucre..... 286
Braun (A. C.). — L'autonomie cellulaire dans le Crown Gall..... 281
Bridgmon (G. H.) et **Walker (J. C.).** — Relation entre la « Southern Mosaïc » de Haricot et le « Black root »..... 286
Brierley (P.) et **Smith (F. F.).** — Quelques vecteurs, quelques hôtes et quelques propriétés du virus de la Mosaïque du Dahlia 117
Brierley (P.) et **Smith (F. F.).** — Examens des maladies à virus du Chrysanthème. 406
Broadbent (L.) et **Tinsley (T. W.).** - Expériences sur la colonisation de Pommes de terre par des Pucerons ailés ou aptères en relation avec l'épidémiologie des Maladies à virus 285
Caldwell (J.). — Nouvelles observations sur une maladie à virus du Chrysanthème. 288
Commoner (B.), Mercer (F. L.), Merril (P.) et **Zimmer (A. J.).** — Détermination, à l'aide de microanalyses, de la marche de la synthèse du virus de la Mosaïque du Tabac dans les feuilles de Tabac..... 543
Cooley (J. S.). — Infection naturelle de pommiers replantés par le champignon de la pourriture blanche des racines..... 409
Cooley (J. S.) et **Davidson (Ross. W.).** — Une pourriture blanche des racines de Pommiers 409
Coons (G. H.) et **Kotila (J. E.).** — Le virus de la jaunisse de la Betterave. Épreuves réalisées en vue de déceler sa présence aux États-Unis..... 285
Costa (A. S.) et **Grant (T. J.).** — Étude de la transmission du virus de la Tristeza par l'insecte vecteur 116
Couranjou (A.). — Échec à la Psorose..... 406
Darby (J. F.) et **Larson (R. H.).** — Variation de virulence de souches du virus Y de la Pomme de terre prélevées dans la nature..... 115
Darpoux (H.) et **Faivre-Amiot (A.).** — Action curative de quelques substances antibiotiques et d'un produit organo-mercurique sur la Tavelure du Pommier.... 409
Eide (Carl J.) et **Christensen (C. M.).** — Altérations du tronc et des branches chez les Pommiers dans le Minnesota 408
Faan (H. C.) et **James Johnson.** — L'hibernation du virus de la Mosaïque du Concombre 405
Fritsche (H.). — Quelques désordres physiologiques ayant affecté fréquemment les Pommes cette année..... 410
Fulton (R. W.). — Superinfection par des souches du virus de la Mosaïque du Tabac. 283
Gallay (R.), Terrier (Ch.) et **Trivelli (G.).** - Le Mildiou de la Vigne. Les expériences de 1951 407
Gaudineau (Mlle M.). — L'Oïdium du Pommier. Persistance et essais de lutte... 410
Giddings (N. J.), Bennett (C. W.) et **Harrisson (A. L.).** — Une maladie de la Tomate présentant des analogies avec le Curly-top..... 116

Gigante (R.). — La Mosaïque du Pêcher 287
Gupta (G. M.) et **Price (W. C.).** — Mécanisme de l'inhibition de l'infection des plantes par des virus telle qu'elle est réalisée par des produits synthétisés par des champignons 542
Hagedorn (D. J.) et **Hanson (E. W.).** — Étude comparée des virus provoquant le « stunt « du Pois et la « vein mosaïc « du Trèfle incarnat 286
Hollis (J. P.). — Présence de Bactéries dans des tissus sains de Pommes de terre .. 115
Holmes (F. O.). — Présomptions en faveur d'un centre d'origine du virus de la Mosaïque du Tabac situé dans le Nouveau Monde 114
Hougas (R. W.). — Facteurs affectant la transmission mécanique du virus du « Yellow-dwarf » de la Pomme de terre 405
Jensen (D. D.). — Mosaïque ou « Black streak disease » des Orchidées du genre *Cymbidium* 118
Jensen (B. D.) et **Gold (A. H.).** — Un virus provoquant un Ring-spot chez les orchidées du g. odontoglossum = transmission et microscopie électronique 288
Kay (R. Mc) et **Clinch (P. E. M.).** — Observations sous l'hérédité de la résistance au champ des Pommes de terre au Virus de l'Enroulement (*Shamrock Skerry Champion*) 115
Keller (J. R.). — Mise en évidence de plantes indicatrices pour le virus du « stunt « du Chrysanthème et d'un nouveau virus de cette plante 287
Kendrik Jr (J. B.), Middleton (J. T.) et **Chapman (H. D.).** — Influence de la nutrition sur les Tomates infectées par le virus de la Mosaïque du Tabac 284
Klesser (P. J.). — Une maladie à virus du Groseiller 287
Klostermeyer (E. C.) et **Menzies (J. D.).** — Transmission du virus du Balai de sorcière de la Luzerne à d'autres légumineuses à l'aide d'insectes vecteurs 116
Kutsky (J.) et **Rawlins (T. E.).** — Étude, réalisée à l'aide d'une méthode spectrophotométrique, de l'inhibition, de la multiplication d'un virus par l'acide naphtalène acétique dans les cultures de tissus de Tabac 542
Lackey (C. F.). — Étude histologique d'une maladie de la Tomate présentant des analogies avec le Curly-Top 116
Limasset (P.). — Les phénomènes de résistance à l'infection et d'immunité dans les maladies à virus des plantes 540
Limasset (P.). — Aperçu de la Pathologie végétale 540
Limasset (P.). — L'infection chez les végétaux 540
Limasset (P.) et **Darpoux (H.).** — Principes de pathologie végétale 540
Lindner (R. C.), Week (T. E.) et **Kirkpatrick (H. C.).** — Étude sur un test colorimétrique des maladies à virus des arbres fruitiers 282
Lucardie (M.). — Étude de l'action inhibitrice exercée par les extraits de fruits de certains Palmicos sur le virus de la Mosaïque du Tabac 284
Maramorosch (K.). — Transmission mécanique du virus du « stunt » du Maïs à son insecte vecteur 282
Maramorosch (K.), Brakke (M. K.) et **Black (L. M.).** — Transmission mécanique du virus des tumeurs de blessure à un insecte vecteur 114
Miller (P. W.). — Études sur la transmission mécanique de la jaunisse du Fraisier. 542
Miller (P. W.) et **Aldrich (F. D.).** — Essais de détection de virus dans les feuilles de Fraisiers par la réaction colorée de Lindner 545
Mulder (D.). — Le « Stony pit » des poires 544
Muller (K. O.) et **Munio (J.).** — Réaction au *Phytophtora infestans* de Pommes de terre infectées par des virus 405
Nickell (L. G.). — Effet du lait de coco sur la croissance *in vitro* des tissus de tumeurs provoquées par des virus 282
Nickell (L. G.). — Effet de certains colorants sur la croissance, *in vitro*, des tissus tumoraux d'origine virologique du *Rumex acetosa* 286
Noordans (D.), Thung (T. H.) et **Vanderwant (J. P. H.).** — Recherches sur la Mosaïque de l'Œillet 117
Oster (G.). — La formation de deux phases dans les solutions du virus de la Mosaïque du Tabac et le problème de l'attraction à distance 283
Pirie (N. W.). — Progrès de la connaissance biochimique des virus 113
Prentice (I. W.). — Le « Rubus stunt » : une maladie à virus 117
Prentice (I. W.) et **Woolcombe (T. M.).** — Analyse des complexes de virus du Fraisier IV. La période de latence du virus 3 dans l'organisme de l'insecte vecteur. 545
Price (W. C.) et **Weaver (E. P.).** — Utilisation de la fixation du complément pour la différenciation d'un mutant du virus de la Mosaïque du Tabac 543
Roger (L.). — Phytopathologie des pays chauds 539

Rosse (A. Frank) et **Williamson (C. E.)**. — Émanations douées d'une action physiologique issues de plantes infectées des virus..... 113
Rumley (G. E.) et **Thomas (W. D.)**. — L'inactivation du virus de la Mosaïque de l'Œillet 288
Saivenois (André). — Les causes de brûlures provoquées par les traitements antiparasitaires 411
Salmon (J.). — Mise en évidence de la ribonucléoprotéides dans les cellules criblées, au moyen de la méthode de Brachet..... 282
Schultz (E. S.). — La Mosaïque internervaire de la Pomme de terre..... 285
Smith (K. M.). — Progrès récents dans l'étude des virus des plantes..... 111
Smith (F. F.) et **Brierley (P.)**. — La jaunisse de l'Aster sur Canna..... 118
Smith (H. E.) et **Moore (J. D.)**. — Transmission des virus du Fraisier par une Cuscute 545
Snow (D.). — La germination des spores de moisissures en fonction de l'humidité. 411
Sprague (R.). — Essais de traitement contre l'Oïdium du Pommier à la Station des arbres fruitiers en 1949 409
Stapp (C.) et **Bartels (R.)**. — Influence des produits inhibant la germination sur le diagnostic sérologique du virus X sur germes ayant poussé à l'obscurité.. 540
Stapp (C.) et **Bartels (R.)**. — Le diagnostic sérologique du virus X dans les boutures de germes 541
Stapp (C). et **Bartels (R.)**. — Nouvelle contribution à l'étude du diagnostic sérologique du virus X sur des germes de Pommes de terre développés à l'obscurité 541
Stapp (C.) et **Bartels (R.)**. — Le diagnostic sérologique dans les germes de tubercules de Pomme de terre développés à l'obscurité..... 541
Stoddart (E. M.). — Lutte contre le cœur rouge du Fraisier par chimiothérapie.. 410
Stoner (W. N.). — Un virus de *Dipsacus fullonum* et de la *Scabiosa atropurpurea* transmissible par des Pucerons 118
Takahashi (W. N.). — Utilisation de l'absorption des radiations ultraviolettes pour la mesure de la nucléoprotéine du virus de la Mosaïque du Tabac..... 114
Takahashi (W. N.). — Comparaison de diverses méthodes d'extraction du virus de la Mosaïque du Tabac à partir du tissu foliaire..... 282
Todd (J. Mc A.). — Une source indigène de la maladie du swollen shoot du Cacaoyer. 287
Tulasne (R.). — Quelques données récentes sur la biologie des bactéries..... 111
Vanderwalle (R.) et **Roland (G.)**. — Contributions à l'étude de la jaunisse du Navet 116
Wallace (J. M.). — Récents développements de l'étude du « Quick decline » des Citrus et des maladies voisines..... 406
Walten (H. J.). — Transmission de trois virus de plantes par des sauterelles.... 281
Welsh (M. F.) et **Wilki (J. M.)**. — Modification provoquée de la gravité des symptômes dans la maladie des petites cerises..... 117
Willison (R. S.). — Maladies à virus des arbres fruitiers. I. Observations, dans les vergers, de symptômes évoquant ceux des maladies à virus sur des arbres fruitiers à noyau dans le sud de l'Angleterre..... 544
Wilson (J. H.). — L'extériorisation des symptômes de l'Enroulement chez les Pommes de terre..... 285
Wright (C. M.). — *Gomphrena globosa* = une plante test à lésions locales pour la Mosaïque de l'Œillet..... 288

2. Zoologie agricole

Ællen (V.). — Baguement des Chauves-Souris dans le Jura Suisse..... 547
Alcorn (J. R.) et **Richardson (F.)**. — La Perdrix chukar dans le Nevada..... 294
Alexander (M. M.). — Détermination de l'âge chez les Rats musqués de la réserve du Montezuma 122
Barnett (S. A.). — Dégâts commis au blé par des populations enfermées de *Rattus norvegicus* 289
Barnett (S. A.), Bathard (A. H.) et **Spencer (M. M.)**. — Les populations de rats et la dératisation dans deux villages anglais..... 290
Beecher (W. J.). — Sur la présence possible d'un organe servant à l'orientation dans l'oreille des oiseaux..... 547
Bellack (E.) et **De Witt (J. B.)**. — Études des répulsifs à rongeurs. I. Méthode pour l'évaluation de l'activité des répulsifs chimiques..... 291

Benton (A. H.). — Effets sur la faune du D. D. T. utilisé dans la lutte contre la maladie des ormes 121
Buss (I. O.), Meyer (R. K.) et **Kabat (C.).** — Étude de la reproduction du Faisan dans le Wilconsin d'après l'observation des follicules ovariens 120
Coburn (don R.), Metzier (D. W.) et **Treichler (R).** — Étude de l'absorption et de la rétention du Plomb chez le Gibier d'eau et de leur corrélation avec le diagnostic chimique de saturnisme 119
Cole (L. C.). — Variation cyclique et oscillations au hasard des populations animales 289
Colquhoun (M. K.). — Le Pigeon ramier en Grande-Bretagne 294
Doty (R. E.). — Un nouveau raticide plein de promesses pour les champs de canne à sucre 121
Dougall (Mac W. A.). — Le monofluoroacétate de sodium et le « Castrix » comme raticides 121
Eadie (W. R.). — Nouvelles techniques de lutte contre les petits Rongeurs des vergers 121
Evans (D.). — Une méthode de marquage en couleur du jeune Gibier d'eau 119
Frickinger (H. W.). — Pratique de la Protection des Oiseaux 546
Gerber (R.). — Au sujet de la nourriture des jeunes Freux 547
Hanson (H. C.). — Notes sur la reproduction artificielle du canard huppé 120
Hartesvelot (R. J.). — Une technique simple pour l'étude des utilisateurs de terrier. 121
Heim (R.). — La mouette rieuse comme prédateur des animaux nuisibles 546
Hoestland (H.). — Toxicité comparée d'insecticides de contact sur un Crustacé d'eau douce (*Eriocheir sinensis*) et sur poissons (*Gardonus rutilus* et *Scardinius erythrophtalmus*) 294
Horst (F.). — Étude de la nidification de l'Hirondelle des cheminées 547
Howard (W. E.). — Relation entre la température, les disponibilités en nourriture et la survie des petits Rongeurs 289
Jackson (W. B.). — Le régime alimentaire des chats à Baltimore (Maryland) et ses relations avec les populations de Rats 412
Kiuijver (H. N.). — Écologie des populations de Mésanges charbonnières 292
Kiuijver (H. N.). — Habitudes journalières de la Mésange charbonnière 294
Linduska (J. P.). — Écologie des petits mammifères et leur relation avec les cultures dans une ferme du Michigan 289
Lund (H. M. K.). — Contribution à la connaissance de la biologie de *Glaucidium passerinum* durant la période de reproduction 546
Lutich (Mac D. A.). — Une nouvelle technique de recensement des animaux avec des exemples 288
Marshall (W. H.). — Une méthode pour la détermination de l'âge de la marte des pins 290
Mehl (S.). — Tracts et tirés à part relatifs à la lutte contre les Rats 1949-1951 .. 547
Miller (M. A.) et **Howard (W. E.).** — Taille des appâts pour la lutte contre les rats à bajoues 121
Neveux (A.). — Contributions à l'étude de la diminution de la Perdrix en France. Ses causes. Moyens d'y remédier 546
Petrides (G. A.). — Détermination de la proportion des deux sexes et des différents groupes d'âge chez le Lapin de Floride 548
Post (G.). — Effets du toxaphène et du chlordane sur certains oiseaux-gibier 412
Przygodda (W.). — La lutte contre les petits rongeurs et sa répercussion sur les Oiseaux 291
Reiff (L.) et **Wiesman (R.).** — Recherches sur un nouveau rodenticide d'accumulation à base d'un dérivé de la coumarine 291
Robbins (C. S.), Springer (P. F.) et **Webster (C. G.).** — Effets sur les oiseaux nicheurs de l'application de D. D. T. durant cinq années 119
Roby (E. F.). — Une étude de 2 ans sur le repeuplement en Faisan de la Vallée de Gallatin dans le Montana 294
Rustad (A.). — Comportement carnivore du Rat musqué 548
Schiller (E. L.). — Étude des Helminthes de l'Alaska. V. Notes sur les Rats d'Adak et leurs Helminthes parasites 548
Schulze (K.). — Mes expériences de lutte contre le Surmulot 120
Sealander (J. A.). — La survie des Peromyscus et ses relations avec la température ambiante et l'acclimatation aux hautes et basses températures 548
Singleton (J. R.). — Production et utilisation de plantes nourricières du gibier d'eau sur la côte orientale du Golfe du Texas 119

Skellam (J. G.). — La dispersion au hasard dans l'étude théorique des populations. 412
Sprugel (G.). — La dispersion et l'établissement du Rat musqué au printemps dans l'Iowa Central 548
Stickel (L. F.). — Étude des populations de *Peromyscus* et de Colombe de Caroline sur une surface traitée annuellement au D. D. T. durant 5 ans..... 119
Sulzer (F. G.). — Essai d'une histoire naturelle du Hamster..... 548
Swizenberg (D. F.). — Considérations sur un système de primes d'État pour la capture de renards 290
Tanaka (R.). — Estimation des populations de Campagnols et Mulots dans les monts Ishizuschi et sur les hautes terres du Shikoku méridional..... 412
Thompson (H. V.). — Les Lapins et autres rongeurs..... 413
Thompson (H. V.) et **Armour (C. J.).** — La lutte contre le Lapin de garenne. Efficacité comparée du piégeage au terrier, du furetage et du cyanure de calcium. 290
Uttendorfer (O.). — Nouvelles données sur le régime alimentaire des rapaces diurnes et nocturnes..... 546
Wildhagen (A.). Fluctuations des populations de petits Rongeurs en Norvège de 1871 à 1949 549
Zimmermann (D.). — Biologie de la reproduction du Choucas, *Coleus Monedula* L. 120

3. Traitements chimiques.

Lobstein (J.) et **Giamesini (J. F.).** — Essai de désherbage sélectif des céréales avec les hormones synthétiques par poudrage d'avion et pulvérisation au sol..... 122
Perret (J. E.) et **Lespres (L.).** — Quelques essais sur les moyens de protection contre la moisissure des agrumes 122
Trappmann (W.). — Doses d'emploi des spécialités à base de 2.4 D..... 122

4. Phytopharmacie.

Bottger (G. T.), Yerington (A. P.) et **Gertler (S. J.).** Tests préliminaires de benzamides chlorées essayées comme insecticides 125
Bottger (G. T.), Yerington (A. P.) et **Gertler (S. J.).** — Tests préliminaires sur des composés organiques de synthèse essayés comme insecticides (6e partie)..... 125
Callan Mac (S. E. A.). — Nature de l'action fongicide du cuivre et du soufre... 295
Clellan Mac (W. P.), Christie (J. R.) et **Horn (N. L.).** — Action de la température et de l'humidité du sol sur l'efffcacité des produits de fumigation des sols... 124
Coutier (L.). — Détermination par voie chimique de la structure moléculaire des isomères de l'heptachlorocyclohexane..... 296
David (W. A.) et **Gardiner (B. O. C.).** — Facteurs agissant sur l'action des poudres insecticides 295
Davis (G. E.) et **Smith (O.).** — Toxicité du 2.4 D relativement à la teneur en hydrates de carbone des jeunes plantes de Haricot « Red Kidney »..... 300
Feichtmeir (E. F.). — L'effet de la dimension des particules de soufre et de la solution dans le sulfure de carbone sur la toxicité envers les champignons..... 123
Frey (W.). — L'expertise du mauvais goût donné aux fruits et aux légumes par les spécialités à base d'H. C. H..... 299
Fulton (R. A.), Smith (F. F.), Sung (P. H.), Yeomans (A. H.) et **Rogers (E. E.).** — Influence de la concentration en pyrophosphate de tétraéthyle sur la dimension des particules et la toxicité des aérosols..... 296
Goffart (H.). — Sur l'action nématocide de nouveaux produits pour la désinfection des sols 299
Guérin (H.) et **Boulitrop (R.).** — Sur les arséniates mercuriques..... 124
Guérin (H.) et **Martin (R.).** — Sur les arséniates d'aluminium..... 296
Hanf (H.). — Germination des mauvaises herbes et des plantes cultivées, après traitement du sol par les produits au 2.4 D..... 300
Hyman et **Cie.** — Rapport entomologique de 1949 sur la dieldrine..... 297
Hyman et **Cie.** — Rapport entomologique de 1949 sur l'Aldrine..... 297
Knippling (E. F.). — Le passage dans le lait du D. D. T. et autres insecticides chlorés. 298
Krijgsman (B. J.), Dresden (D.) et **Berger (Nelly E.).** — Action de la roténone et du pyrophosphate de tétraéthyle sur le cœur isolé de Blatte..... 298
Lord (K. A.). — Réaction colorée applicable aux pyréthrines..... 296
New Mac (G. L.) et **Sundholm (N. K.).** — Action fongicide des pyrazoles substitués et composés voisins..... 123
Pal (R.). — Le mouillage de la cuticule des insectes..... 295

Rauch (W.). — Sur le vieillissement et la sensibilité à la lumière de quelques nouveaux insecticides de contact 297
Schechter (M. S.), Green (N.) et **La Forge (F. B.).** — Synthèse d'esters insecticides du type des pyréthrines 124
Shaw (H.), Steer (W.) et **Davies (R. G.).** — Études de Laboratoire sur la toxicité d'huiles hydrocarburées et de substances analogues envers les œufs de quelques ravageurs communs des vergers. III : Expériences sur le Puceron vert du Pommier, *Aphies pomi* D G. 298
Shepherd (J. B.), Moore (L. A.), Carter (R. H.) et **Poos (F. W.).** — Effet de l'alimentation à la Luzerne contenant des résidus de D. D. T. sur le passage du D. D. T. dans le lait de vache 125
Steiniger (F.). — Méthode d'utilisation de l'A. N. T. U. dans la lutte contre les rongeurs 300
Swank (G. R.). — Fumigation des denrées au bromure de méthyle pour la destruction des œufs de *Graphoniatus* 124
Trappmann (W.). — Dangers causés aux animaux utiles par les procédés de lutte contre les petits rongeurs 126
Turner (N.) et **Woodruff (N.).** — Toxicité des résidus de D. D. T. : effet de la durée du contact avec les insectes, de la dispersion et de la ténacité 298
Vichery (H. B.), Leavenworth (Ch. S.) et **Bliss (C. J.).** — Le problème du prélèvement uniforme des échantillons de feuilles 125
Vlitos (A. J.) et **Preston (D. A.).** — Traitement des graines de Légumineuses de plein champ 123
Zeumer (H.) et **Fischer (W.).** — Normes pour les produits phytopharmaceutiques. 122
Zimmerman (P. W.), Hitchkock (A. E.), Kirkpatrik Jr (H.) et **Earle (T. T.).** —. Lutte contre la Jacinthe d'eau 300

TABLE DES NOMS D'AUTEURS

(*Les noms composés en caractères gras rappellent les travaux originaux*)

Ællen (V.), 547.
Alcorn (J. R.) et Richardson (F.), 294.
alexander (M. M.), 122.
Andreae (S. R.) et Andreae (W. A.), 115.

Bald (J. G.) et Hammack (M.), 284.
Barnett (S. A.), 289.
Barnett (S. A.), Bathard (A. H.) et Spencer (M. M.), 290.
Bartels (R.), 543.
Beecher (W. J.), 547.
Bellack (E.) et De Witt (J. B.), 291.
Benton (A. H.), 121.
Bercks (R.), 285.
Bhargava (K. S.), 543.
Black (L. M.), 113.
Black (L. M.), Brakke (M. K.) et Vatter (A. E.), 543.
Blencowe (J. W.) et Tinsley (T. W.), 286.
Bonnemaison (L.), 127.
Bottger (G. T.), Yerington (A. P.) et Gertler (S. J.), 125.
Bottger (G. T.), Yerington (A. P.) et Gertler (S. J.), 125.
Braun (A. C.), 281.
Bridgmon (G. H.) et Walker (J. G.), 286.
Brierley (P.) et Smith (F. F.), 117.
Brierley (P.) et Smith (F. F.), 406.
Broadbent (L.) et Tinsley (T. W.), 285.
Buss (I. O.), Meyer (R. K.) et Kabat (C.), 120.

Caldwell (J.), 288.
Callan Mac (S. E. A.), 295.
Chancogne (M^lle M.), 325.
Chauvin (R.), 303.
Chauvin (R.), 61.
Chevaugeon (J.), 489.
Clellan Mac (W. P.), Christie (J. R.) et Horn (N. L.), 124.
Coburn (Don R.), Metzier (D. W.) et Treichler (R.), 119.
Cole (L. C.), 289.
Colquhoun (M. K.), 294.
Commoner (B.), Mercer (F. L.), Merril (P.) et Zimmer (A. J.), 543.
Cooley (J. S.), 409.
Cooley (J. S.) et Davidson (Ross W.), 409.
Coons (G. H.) et Kotila (J. E.), 285.
Costa (A. S.) et Grant (T. J.), 116.
Couranjou (A.), 406.
Coutier (L.), 296.

Darby (J. F.) et Larson (R. H.), 115.
Darpoux (H.) et Faivre-Amiot (A.), 409.
Darpoux (H.), Faivre-Amiot (A.), Ridé (M.) et Roux (L.), 423.
Daviaud (R.), 511.
David (W. A.) et Gardiner (B. O. C.), 295.
Davis (G. E.) et Smith (O.), 300.
Doty (R. E.), 121.
Dougall (Mac W. A.), 121.

Eadie (W. R.), 121.
Eide (Carl J.) et Christensen (C. M.), 408.
Evans (D.), 119.

Faan (H. C.) et James Johnson, 405.
Feichtmeir (E. F.), 123.
Frey (W.), 299.
Frickinger (H. W.), 546.
Fritsche (H.), 410.
Fulton (R. W.), 283.
Fulton (R. A.), Smith (F. F.), Sung (P. H.), Yeomans (A. H.) et Rogers (E. E.), 296.

Gallay (R.), Terrier (Ch.) et Trivelli (G.), 407.
Gatineau (M.), 533.
Gaudineau (M^lle M.), 410.
Gerber (R.), 547.
Giban (J.), Saint-Léger (L.) et Gatineau (M.), 396.
Giddings (N. J.), Bennet (C. W.) et Harrisson (A. L.), 116.
Gigante (R.), 287.
Goffart (H.), 299.
Guérin (H.) et Boulitrop (R.), 124.
Guérin (H.) et Martin (R.), 296.
Gupta (G. M.) et Price (W. C.), 542.
Guyot (L.) et Massenot (M.), 351.

Hagedorn (D. J.) et Hanson (E. W.), 286.
Hanf (H.), 300.
Hanson (H. C.), 120.
Hartesvelot (R. J.), 121.
Heim (R.), 546.
Hoestland (H.), 294.
Hoffmann (A.), 103.
Hoffmann (A.), 398.
Hollis (J. P.), 115.
Holmes (F. O.), 114.
Horst (F.), 547.
Hougas (R. W.), 405.

HOWARD (W. E.), 289.
HYMAN et Cie, 297.
HYMAN et Cie, 297.

JACKSON (W. B.), 412.
JENSEN (D. D.), 118.
JENSEN (B. D.) et GOLD (A. H.), 288.

KAY (R. Mc.) et CLINCH (P. E. M.), 115.
KELLER (J. R.), 287.
KENDRIK Jr (J. B.), MIDDLEFON (J. T.) et CHAPMAN (H. D.), 284.
KIUIJVER (H. N.), 292.
KIUIJVER (H. N.), 294.
KLESSER (P. J.), 287.
KLOSTERMEYER (E. C.) et MENZIES (J. D.), 116.
KNIPPLING (E. F.), 298.
KRIJGSMAN (B. J.), DRESDEN (D.) et BERGER (Nelly E.), 298.
KUTSKY (J.) et RAWLINS (T. E.), 542.

LACKEY (C. F.), 116.
Legay (J. M.), 309.
Limasset (P.), 83.
LIMASSET (P.), 540.
LIMASSET (P.), 540.
LIMASSET (P.), 540.
LIMASSET (P.) et DARPOUX (H.), 540.
LINDNER (R. C.), WEEK (T. E.) et KIRKPATRIK (H. C.), 282.
LINDUSKA (J. P.), 289.
LOBSTEIN (J.) et GIAMESINI (J. F.), 122.
LORD (K. A.), 296.
LUCARDIE (M.), 284.
LUND (H. K. M.), 546.
LUTICH (Mac D. A.), 288.

MARAMOROSH (K.), 282.
MARAMOROSH (K.), BRAKKE (M. K.) et BLACK (L. M.), 114.
MARSHALL (W. H.), 290.
Martin (C.), 393.
Martin (C.), 394.
Martin (C.), 395.
MEHL (S.), 547.
MILLER (P. W.), 542.
MILLER (P. W.), et ALDRICH (F. D.) 545.
MILLER (M. A.) et HOWARD (W. E.), 121.
MULDER (D.), 544.
MULLER (K. O.) et MUNIO (J.), 405.

NEVEUX (A.), 546.
NEW Mac (G. L.) et SUNDHOI M (N. K.), 123.
NICKELL (L. G.), 282.
NICKELL (L. G.), 286.
NOORDANS (D.), THUNG (T. H.) et VANDERWANT (J. P. H.), 117.

OSTER (G.), 283.

PAL (R.), 295.
PERRET (J. E.) et LESPRES (L.), 122.
PÉTRIDES (G. A.), 548.
PIRIE (N W.), 113.
Ponchet (J.), Guntz (M.) et Charmet (F.), 415.
POST (G.), 412.
PRENTICE (I. W.), 117.
PRENTICE (I. W.) et WOOLCOMBE (T. M.), 545.
PRICE (W. C.) et WEAVER (E. P.), 543.
PRZYGODDA (W.), 291.

RAUCH (W.), 297.
REIFF (L.) et WIESMAN (R.), 291.
ROBBINS (C. S.), SPRINGER (P. F.) et WEBSTER (C. G.), 119.
ROBY (E. F.), 294.
Roerich (R.), 329.
ROGER (L.), 539.
ROSSE (A. Frank.) et WILLIAMSON (C. E.), 113.
RUMLEY (G. E.) et THOMAS (W. D.), 288.
RUSTAD (A.), 548.

SAIVENOIS (André), 411.
SALMON (J.), 282.
SCHECHTER (M. S.), GREEN (N.) et LA FORGE (F. B.), 124.
SCHILLER (E. L.), 548.
SCHULTZ (E. S.), 285.
SCHULZE (K.), 120.
Schvester (D.), 1.
SEALANDER (J. A.), 548.
SHAW (H.), STEER (W.) et DAVIES (R. G.), 298.
SHEPHERD (J. B.), MOORE (L. A.), CARTER (R. H.) et POOS (F. W.), 125.
SINGLETON (J. R.), 119.
SKELLAM (J. G.), 412.
SMITH (K. M.), 111.
SMITH (F. F.) et BRIERLEY (P.), 118.
SMITH (H. E.) et MOORE (J. D.), 545.
SNOW (D.), 411.
SPRAGUE (R.), 409.
SPRUGEL (G.), 548.
STAPP (C.) et BARTELS (R.), 540.
STAPP (C.) et BARTELS (R.), 541.
STAPP (C.) et BARTELS (R.), 541.
STAPP (C.) et BARTELS (R.), 541.
STEINIGER (F.), 300.
STODDART (E. M.), 410.
STONER (W. N.), 118.
STICKEL (L. F.), 119.
SULZER (F. G.), 548.
SWANK (G. R.), 124.
SWIZENBERG (D. F.), 290.

TAKAHASHI (W. N.), 114.
TAKAHASHI (W. N.), 282.
TANAKA (R.), 412.
THOMPSON (H. V.), 413.
THOMPSON (H. V.) et ARMOUR (C. J.), 290.
TODD (J. Mc A.), 287.
TRAPPMANN (W.), 122.

TRAPPMANN (W.), 126.
TULASNE (R.), 111.
TURNER (N.) et WOODRUFF (N.), 298.

UTTENDORFER (O.), 546.

VANDERWALLE (R.) et ROLAND (G.), 116.
Vasseur (R.) et Bianchi (M.), 315.
Vasseur (R.), Schvester (D.) et Bianchi (H.), 339.
VICHERY (R.), LEAVENWORTH (Ch. S.) et BLISS (C. J.), 125.
Viel (G.), Hascoet (M.) et Duclos (M^lle M.), 273.
Viennot-Bourgin (G.), 527.
VLITOS (A. J.) et PRESTON (D. A.), 123.

WALLACE (J. M.), 406.
WALTEN (H J.), 281.
WELSH (M. F.) et WILKI (J. M.), 117.
WILDHAGEN (A.), 549.
WILLISON (R. S.), 544.
WILSON (J. H.), 285.
WRIGHT (C. M.), 288.

Zambettakis (Ch.), 11.
ZEUMER (H.) et FISCHER (W.), 122.
ZIMMERMANN (D.), 120.
ZIMMERMANN (P. W.), HITCHKOCK (A. E.), KIRKPATRIK Jr (H.) et EARLE (T. T.), 300.

Le Directeur-Gérant : B. LACLAVIÈRE,

Imprimerie BUSSIÈRE à Saint-Amand (Cher), France. — 12-1-1953.
Dépôt légal : *1^er trimestre 1953* *N° d'impression* : *822*

3e Année. — N° 1 Janvier-Février-Mars 1952

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres ..... MM. les Professeurs Joseph LEFÈVRE, TERROINE, GRASSE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie* : M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes* : M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties* : M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootechnie* : L'Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Série E. — *Technologie agricole* : M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1952

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (2 livraisons et un supplément)	1.100	1.300	650
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (2 livraisons)	1.100	1.300	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus)

1° AGRONOMIE :

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. HENIN. Paris, 1938 ..... 300 frs.

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par DEMOLON et BASTISSE. Paris, 1942 ..... 350 frs.

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 5/1950 des *Annales agronomiques* complété par une préface de M. BOISCHOT ..... 250 frs.

2° AMÉLIORATION DES PLANTES :

Le Soja : caractères, classification des variétés, par SCHAD, MAYER et HUGUES. Paris, 1947 ..... 900 frs.

Monographie des principales variétés de pêchers, par SOUTY et CAILLAVET. Bordeaux, 1950 ..... 3.450 frs.

VIENT DE PARAITRE :

Les blés tendres *(Triticum Vulgare Vill.)* **cultivés en France,** par JONARD. Paris, 1951 ..... 1.600 frs.

3° PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par RAUCOURT et BÈGUE. Paris, 1942 ..... 400 frs.

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par GIBAN. Paris, 1947 ..... 100 frs.

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par NEVEU et VASSEUR. Paris, 1948 ..... 75 frs.

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par LEPIGRE. Alger, 1949 ..... 2.600 frs.

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :
1re et 2e listes ..... 150 frs.
3e liste ..... 100 frs.

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION

(Envoi sur simple demande accompagnée de **100** frs. pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international) :

Rapport annuel 2948 (Paris 1949)
Rapport annuel 1949 (Paris 1950)

III. — COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES

VIENT DE PARAITRE :

Série B. — **Amélioration des plantes :** *La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux* ..... 550 frs.

SOUS PRESSE :

La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs.

N. B. — *Les abonnements et commandes d'ouvrages et les fonds correspondants, doivent être adressés à M. le Régisseur des Publications de l'Institut, 7, rue Keppler. C.C.P. Paris 9064-43.*

TABLE DES MATIÈRES

SCHVESTER (D.). — Premiers essais en laboratoire de formules insecticides contre le Xylebore disparate : *Xyleborus dispar* F. (Col. Scolytidae) 1

ZAMBETTAKIS (Ch.). — Recherches sur l'Helmintosporiose de l'Œillette et son traitement 11

CHAUVIN (R.). — Études d'écologie entomologique sur le champ de Luzerne : I. Méthodes. Sondages préliminaires 61

LIMASSET (P.). — Quelques remarques sur l'utilisation de la réaction de fixation du complément pour l'étude des maladies à virus des plantes 83

NOTES PHYTOSANITAIRES 103

DOCUMENTATION 111

3e Année. — No 2. Avril - Mai - Juin 1952

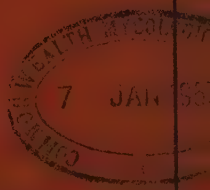
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE



INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres ..... MM. les Professeurs Joseph LEFEVRE, TERROINE, BRESSOU.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootechnie :* M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1952

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (2 livraisons et un supplément)	1.100	1.300	650
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (2 livraisons)	1.100	1.300	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus)

1° *AGRONOMIE :*

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. HENIN. Paris, 1938 ..... 300 frs.

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par DEMOLON et BASTISSE. Paris, 1942 ..... 350 frs.

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 5/1950 des *Annales agronomiques* complété par une préface de M. BOISCHOT ..... 250 frs.

2° *AMÉLIORATION DES PLANTES :*

Le Soja : caractères, classification des variétés, par SCHAD, MAYER et HUGUES. Paris, 1947 ..... 900 frs.

VIENT DE PARAITRE :

Monographie des principales variétés de pêchers, par SOUTY et CAILLAVET. Bordeaux, 1950 ..... 3.450 frs.

Les blés tendres *(Triticum Vulgare Vill.)* **cultivés en France,** par JONARD. Paris, 1951 ..... 1.600 frs.

3° *PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :*

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par RAUCOURT et BÈGUE. Paris, 1942 ..... 400 frs.

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par GIBAN. Paris, 1947. 100 frs.

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par NEVEU et VASSEUR. Paris, 1948 ..... 75 frs.

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par LEPIGRE. Alger, 1949 ..... 2.600 frs.

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :
1re et 2e listes ..... 150 frs.
3e liste ..... 100 frs.

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION

(Envoi sur simple demande accompagnée de **100** frs. pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international) :

Rapport annuel 1948 (Paris 1949)
Rapport annuel 1949 (Paris 1950)
Sous presse Rapport annuel 1950

III. — COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES

Série B. — **Amélioration des plantes :** *La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux* ..... 550 frs.

SOUS PRESSE :

La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs.

N. B. — *Les abonnements et commandes d'ouvrages et les fonds correspondants, doivent être adressés à M. le Régisseur des Publications de l'Institut, 7, rue Keppler. C.C.P. Paris 9064-43*

TABLE DES MATIÈRES

BONNEMAISON. — Morphologie et biologie de la Punaise ornée du Chou 127

VIEL, HASCOËT et DUCLOS. — Semi-microméthode par molybdomanganimétrie pour le dosage des dépôts laissés sur les végétaux par les composés zinciques 273

DOCUMENTATION 281

3e Année. — N° 3 *(Trimestriel)*. Juillet-Août-Septembre 1952

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler – Paris

21 MAR 1953

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres ..... MM. les Professeurs BRESSOU, Joseph LEFEVRE, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphylies :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootechnie :* M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1952

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	650
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus)

1° *AGRONOMIE :*

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. Henin. Paris, 1938 ..... 300 frs.

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par Demolon et Bastisse. Paris, 1942 ..... 350 frs.

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 5/1950 des *Annales agronomiques* complété par une préface de M. Boischot) ..... 250 frs.

2° *AMÉLIORATION DES PLANTES :*

Le Soja : caractères, classification des variétés, par Schad, Mayer et Hugues. Paris, 1947 ..... 900 frs.

Monographie des principales variétés de pêchers, par Souty et Caillavet. Bordeaux, 1950 ..... 3.450 frs.

Les blés tendres *(Triticum Vulgare Vill.)* **cultivés en France**, par Jonard. Paris, 1951 ..... 1.600 frs.

3° *PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :*

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par Raucourt et Bègue. Paris, 1942 ..... 400 frs.

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par Giban. Paris, 1947. 100 frs.

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par Neveu et Vasseur. Paris, 1948 ..... 75 frs.

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par Lepigre. Alger, 1949 ..... 2.600 frs.

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :
1re et 2e listes ..... 150 frs.
3e liste ..... 100 frs.

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION

(Envoi sur simple demande accompagnée de 100 frs. pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international) :

Rapport annuel 1948 (Paris 1949)
Rapport annuel 1949 (Paris 1950)
Vient de paraître Rapport annuel 1950 (Paris 1952)

III. — COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES

Série B. — **Amélioration des plantes** : *La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux* ..... 550 frs.

SOUS PRESSE :

La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs.

N. B. — *Les abonnements et commandes d'ouvrages et les fonds correspondants, doivent être adressés à M. le Régisseur des Publications de l'Institut, 7, rue Keppler. C.C.P. Paris 9064-43.*

TABLE DES MATIÈRES

CHAUVIN (R.). — Nouvelles recherches sur les substances qui attirent le Doryphore (*L. decemlineata* SAY) vers la Pomme de terre 303

LEGAY (J. M.). — Le jeûne absolu et son influence sur la mue chez le Ver à soie 309

VASSEUR (R.) et BIANCHI (M.). — Observation sur l'emploi des huiles minérales pour les traitements de la Vigne 315

CHANCOGNE (M^lle M.). — Etude des actions ovicides. Influence des mouillants sur la toxicité du dinitrocrésylate de sodium 323

ROERICH (R.). — Sur le régime alimentaire des adultes de *Cantharia obscura* L. 329

VASSEUR (R.), SCHVESTER (D.) et BIANCHI (H.). — Sur l'effet aphicide de certains traitements contre le Pou de San José (*Quadraspidiotus perniciosus* COMPST.) 339

GUYOT (L.) et MASSENOT (M.). — Dix ans d'expérimentation (1941-1950) sur la Rouille noire des céréales 351

NOTES PHYTOSANITAIRES :

MARTIN (C.). — Contribution à l'étude des propriétés sérologiques des virus de la Pomme de terre 393

MARTIN (C). — Isolement d'une souche du virus Y de la Pomme de terre à partir du dahlia et de la tomate 394

MARTIN (C). — Améliorations apportées à l'extraction du virus de la mosaïque du dahlia 395

GIBAN (J), SAINT-LÉGER (L.) et GATINEAU (M.). — Toxicité chronique du H. C. H. à l'égard du canard 396

HOFFMANN (A.). — Répertoire analytique des espèces animales, nuisibles aux cultures en France (Métropole et départements d'Outre-Mer) ayant présenté d'intéressantes particularités en 1951 398

DOCUMENTATION 405

3e Année. — N° 4 (Trimestriel). Octobre-Novembre-Décembre 1952

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

ANNALES DE L'INSTITUT NATIONAL
DE LA
RECHERCHE AGRONOMIQUE

SÉRIE C

ANNALES
DES ÉPIPHYTIES

PATHOLOGIE VÉGÉTALE - ZOOLOGIE AGRICOLE
PHYTOPHARMACIE

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
7, rue Keppler - Paris

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS
BIBLIOTHÈQUE
21 MAR 1953

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-11.
Directeur : R. BRACONNIER

Conseil Supérieur de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Ministre de l'Agriculture.
Vice-Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE, membre de l'Institut.

Comité Permanent de la Recherche Agronomique

Président ..... M. le Professeur LEMOIGNE.
Membres ..... MM. les Professeurs BRESSOU, Joseph LEFEVRE, TERROINE.
Le Directeur de l'Institut National de la Recherche Agronomique.
L'Inspecteur général de la Recherche Agronomique.
Les Directeurs centraux de Recherches.

Rédaction des Annales

Série A. — *Agronomie :* M. BOISCHOT, Directeur de la Station Centrale d'Agronomie générale.

Série B. — *Amélioration des plantes :* M. MAYER, Directeur de la Station Centrale d'Amélioration des Plantes.

Série C. — *Epiphyties :* M. RAUCOURT, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie.
M. LIMASSET, Directeur de la Station Centrale de Pathologie végétale et
M. TROUVELOT, Directeur de la Station Centrale de Zoologie agricole.

Série D. — *Zootechnie :* M. BUSTARRET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Série E. — *Technologie agricole :* M. FLANZY, Directeur de la Station Centrale de Recherche sur l'Œnologie, la Cidrerie et les Jus de fruits.
M. MOCQUOT, Directeur de la Station Centrale de Microbiologie et de Recherche laitière.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :
7, rue Keppler, PARIS. Tél. : Kléber 23-04, 23-20, 23-21.

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1952

	FRANCE	ÉTRANGER	LE N°
SÉRIE A. — AGRONOMIE			
Abonnement annuel (6 livraisons)	3.000	3.600	600
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE B. — AMÉLIORATION DES PLANTES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	400	450	—
SÉRIE C. — ÉPIPHYTIES			
Abonnement annuel (4 livraisons)	2.300	2.700	650
Abonnement annuel à la partie DOCUMENTATION, servi sous forme de tirés à part	300	350	—
SÉRIE D. — ZOOTECHNIE			
Abonnement annuel (4 livraisons)	1.100	1.300	
SÉRIE E. — TECHNOLOGIE			
Abonnement annuel (2 livraisons)	1.100	1.300	650

Chaque demande de changement d'adresse doit être accompagnée de 30 fr. en timbres-poste.

Les abonnements sont reçus chez tous les libraires ainsi qu'au siège de l'Institut
7, rue Keppler (régie des publications, C.C.P., PARIS, 9064-43).

PRINCIPALES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

I. — OUVRAGES EN VENTE (Prix port en sus)

1° *AGRONOMIE :*

Étude physico-chimique de la stabilité structurale des terres, par S. HÉNIN. Paris, 1938 ..... 300 frs.

Études lysimétriques appliquées à l'Agronomie, par DEMOLON et BASTISSE. Paris, 1942 ..... 350 frs.

Travaux effectués par les Stations agronomiques en 1949 (Tiré à part de l'article paru sous ce titre dans le n° 3 1950 des *Annales agronomiques* complété par une préface de M. BOISCHOT) ..... 250 frs.

2° *AMÉLIORATION DES PLANTES :*

Le Soja : caractères, classification des variétés, par SCHAD, MAYER et HUGUES. Paris, 1947 ..... 900 frs.

Monographie des principales variétés de pêchers, par SOUTY et CAILLAVET. Bordeaux, 1950 ..... 3.450 frs.

Les blés tendres (*Triticum Vulgare Vill.*) **cultivés en France**, par JONARD. Paris, 1951 ..... 1.600 frs.

3° *PHYTOPHARMACIE ET ZOOLOGIE AGRICOLE :*

Étude sur les produits utilisés en France contre le Doryphore, par RAUCOURT et BÉGUE. Paris, 1942 ..... 400 frs.

La lutte contre les Rats dans les campagnes, par GIBAN. Paris, 1947 ..... 100 frs.

La contaminabilité de la Flore horticole par le Pou de San José, par NEVEU et VASSEUR. Paris, 1948 ..... 75 frs.

Désinsectisation par fumigation avec vide préalable, par LEFIGRE. Alger, 1949 ..... 2.600 frs.

Homologation des produits antiparasitaires à usage agricole :
1re et 2e listes ..... 150 frs.
3e liste ..... 100 frs.

II. — OUVRAGES EN DISTRIBUTION

(Envoi sur simple demande accompagnée de 100 frs. pour frais d'expédition en espèces, chèques, timbres-poste ou coupon réponse international) :

Rapport annuel 1948 (Paris 1949)
Rapport annuel 1949 (Paris 1950)
Vient de paraître Rapport annuel 1950 (Paris 1952)

III. — COLLECTION DES ACTUALITÉS AGRONOMIQUES

Série B. — **Amélioration des plantes :** *La culture du Maïs hybride en France, résultats expérimentaux* ..... 550 frs.

SOUS PRESSE :

La lutte chimique contre les Hannetons et les Vers blancs.

N. B. — *Les abonnements et commandes d'ouvrages et les fonds correspondants, doivent être adressés à M. le Régisseur des Publications de l'Institut, 7, rue Keppler. C.C.P. Paris 9064 43.*

TABLE DES MATIÈRES

PONCHET (J.), GUNTZ (M.), CHARMET (F.). — Essais de traitement de la carie du Blé, *Tilletia tritici* Bjerk (Wint), en sol infesté..... 415

DARPOUX (H.), FAIVRE-AMIOT (A.), RIDE (M.), ROUX (L.). — Étude des propriétés antagonistes et de quelques produits du métabolisme d'une souche d'*Alternaria Solani* (E. et M.) JONES et GROUT.... 423

CHEVAUGEON (J.). — Recherches sur la Cercosporiose de l'Arachide en moyenne Casamance..... 489

DAVIAUD (R.). — Étude des méthodes de dosage du D. D. T..... 511

Notes phytosanitaires

VIENNOT-BOURGIN. — Notes de Pathologie végétale (année 1951).... 3..

CATINEAU (M.). — Étude de la toxicité de la 2 chloro-4 diméthylamino-6 méthylpyrimidine sur Rats blancs et quelques animaux domestiques..... 533

DOCUMENTATION..... 539